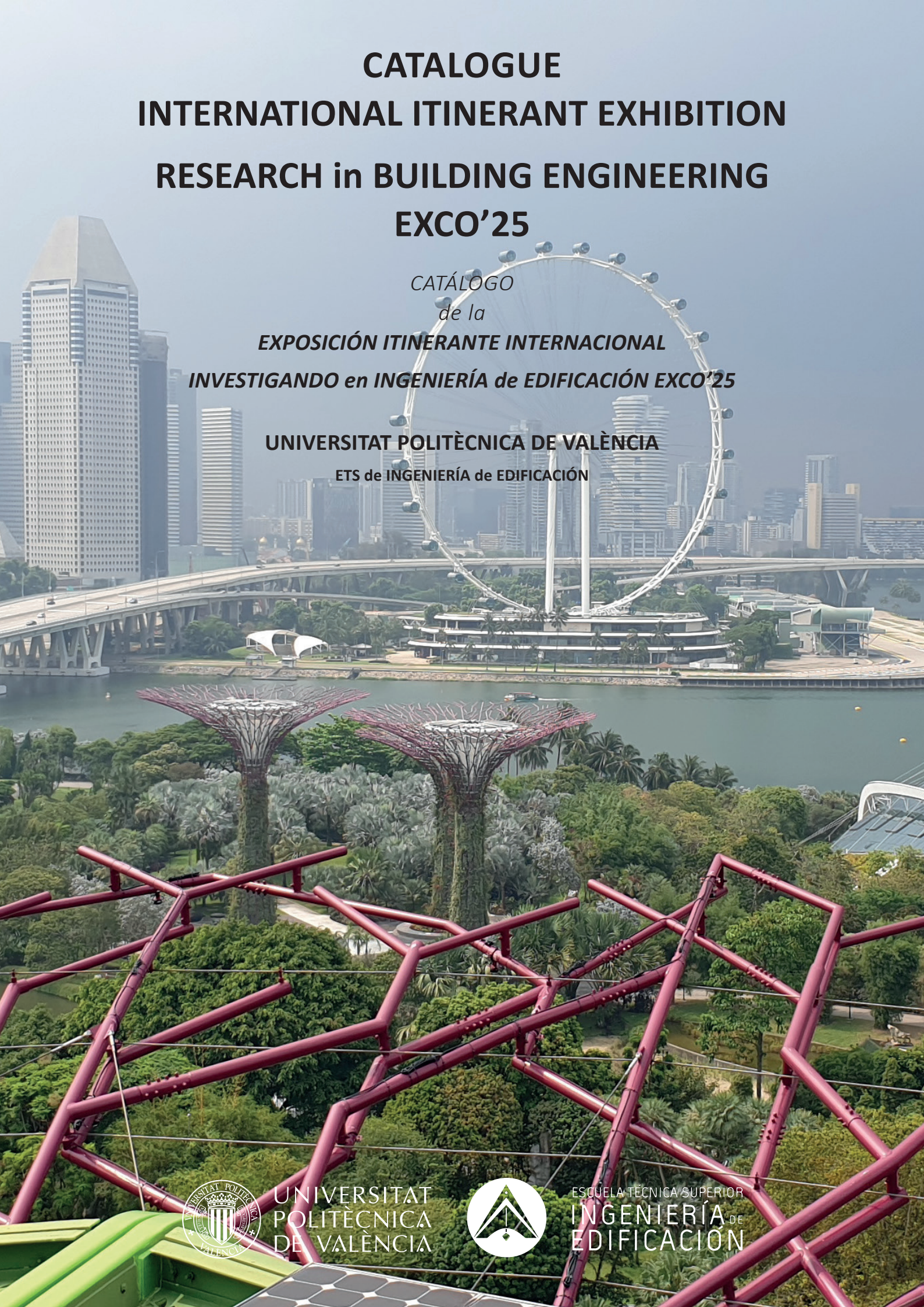
CATALOGUE
INTERNATIONAL ITINERANT EXHIBITION
RESEARCH in BUILDING ENGINEERING
EXCO'25

CATÁLOGO
de la
EXPOSICIÓN ITINERANTE INTERNACIONAL
INVESTIGANDO en INGENIERÍA de EDIFICACIÓN EXCO'25

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ETS de INGENIERÍA de EDIFICACIÓN



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

CATALOGUE

INTERNATIONAL ITINERANT EXHIBITION

RESEARCH in BUILDING ENGINEERING

EXCO'25

CATÁLOGO

de la

EXPOSICIÓN ITINERANTE INTERNACIONAL

INVESTIGANDO

en INGENIERÍA de EDIFICACIÓN EXCO'25

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ETS de INGENIERÍA de EDIFICACIÓN

EDITORS Editores

ALBIOL IBÁÑEZ, José Ramón	Universitat Politècnica de València
ARRUÉ BURILLO, Paloma	Universitat Politècnica de València
COLLADO LÓPEZ, Mª Luisa	Universitat Politècnica de València
GIL PIQUERAS, Teresa	Universitat Politècnica de València
IBORRA LUCAS, Milagro	Universitat Politècnica de València
GANDÍA ROMERO, José Manuel	Universitat Politècnica de València
RODRIGUEZ NAVARRO, Pablo	Universitat Politècnica de València
SALINAS MARTÍNEZ, Pedro Gerardo	Universitat Politècnica de València
FERNANDEZ PLAZAOLA, Igor	Universitat Politècnica de València
COS-GAYÓN LÓPEZ, Fernando José	Universitat Politècnica de València
MARTINEZ CORRAL, Aurora	Universitat Politècnica de València

PUBLISHING office Editoral:

REPROEXPRES Ediciones

REPROEXPRES, S.L.
C/ Ramón Llull, 17 - bajo - 46021 - Valencia
Tel.: 96 361 29 39
www.reproexpres.com
atencionalcliente@reproexpres.com

MAKING Maquetación :

ALBIOL IBÁÑEZ, José Ramón (Making & Cover photo)	Universitat Politècnica de València
GREGORI SAN ANDRÉS, Miguel	REPROEXPRES, S.L.

INTERNATIONAL CURATOR Comisario Internacional

ALBIOL IBÁÑEZ, José Ramón	Universitat Politècnica de València

ACKNOWLEDGMENTS Agradecimientos:

















ISBN: 978-84-129620-9-3

©2025, ETS de Ingeniería de Edificación, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE EXCO

SPAIN

ALBIOL IBÁÑEZ, José Ramón	Universitat Politècnica de València
ALMENAR MUÑOZ, Mercedes	Universitat Politècnica de València
ANGULO IBÁÑEZ, Quiteria	Universitat Politècnica de València
APARICIO FERNÁNDEZ, Carolina Sabina	Universitat Politècnica de València
BONET SENACH, José Luís	Universitat Politècnica de València
BOSCH GONZÁLEZ, Montserrat	Universitat de Catalunya
CAAMAÑO MARTÍN, Estefanía	Universidad Politécnica de Madrid
CARCEL CARRASCO, Javier	Universitat Politècnica de València
CASAR FURIÓ, Maria Emilia	Universitat Politècnica de València
CHÍAS NAVARRO, Pilar	Universidad Alcalá de Henares, Madrid
COLMENERO FONSECA, Fabiola	Universidad La Salle
FERNANDEZ PLAZAOLA, Igor	Universitat Politècnica de València
GANDIA ROMERO, José Manuel	Universitat Politècnica de València
GARCÍA BALLESTER, Luis V.	Universitat Politècnica de València
GARABITO LÓPEZ, Javier	Universidad de Burgos
GIL PIQUERAS, M. Teresa	Universitat Politècnica de València
GIRBÉS PÉREZ, Jorge	Universitat Politècnica de València
IBORRA LUCAS, Milagro	Universitat Politècnica de València
LLINARES MILLÁN, Jaime	Universitat Politècnica de València
LLINARES MILLÁN, María del Carmen	Universitat Politècnica de València
LÓPEZ PATIÑO, Gracia	Universitat Politècnica de València
LÓPEZ GONZÁLEZ, María Concepción	Universitat Politècnica de València
MARTÍNEZ CORRAL, Aurora	Universitat Politècnica de València
MAS BARBERÁ, Xavier	Universitat Politècnica de València
MEDINA RAMÓN, Francisco Javier	Universitat Politècnica de València
NAVARRO GARCÍA, María Luisa	Universitat Politècnica de València
NAVARRO ASTOR, Elena	Universitat Politècnica de València
PALMERO IGLESIAS, Luis	Universitat Politècnica de València
PEÑALVO LÓPEZ, Elisa	Universitat Politècnica de València
PEREIRO BARCELÓ, Javier	Universidad de Alicante
RODRÍGUEZ NAVARRO, Pablo	Universitat Politècnica de València
SALINAS MARTÍNEZ, Pedro	Universitat Politècnica de València
MONZÓN BELLO, Pablo	Universitat Politècnica de València
PALMERO SÁNCHEZ, Pablo	Universitat Politècnica de València

ITALY

BERNARDO, Graziella	Università degli Studi della Basilicata, Matera
ANDRISANI, Giuseppe	Università degli Studi della Basilicata, Matera
GUIDA, Antonella	Università degli Studi della Basilicata, Matera
GRECCHI, Manuela	Politecnico di Milano
MAININI, Andrea Giovanni	Politecnico di Milano
MALIGHETTI, Laura	Politecnico di Milano
PISANI, Marco Andrea	Politecnico di Milano
POLI, Tiziana	Politecnico di Milano
RE CECCONI, Fulvio	Politecnico di Milano

DI RUOCCO, Giacomo	Università degli Studi di Salerno
SICIGNANO, Enrico	Università degli Studi di Salerno
BESANA, Daniela	Università di Pavia
GRECO, Alessandro	Università di Pavia

TURKEY

HATTAP, Sibel Onat	Mimar Sinan Fine Arts University, Istanbul
AYDEMIR, Olcay	Zeytinburnu Municipality, Istanbul

LITHUANIA

VILUTIENĖ, Tatjana	Vilnius Gediminas Technical University
ŠAPARAUSKAS, Jonas	Vilnius Gediminas Technical University

UKRAINE

YEKSAROVA, Nadia	Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture
YEKSAROV, Vladimir	Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture
SURIANINOV, Mykola	Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture
POPOV, Oleg	Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture
SYURKO, Sergey	Odessa Home Exhibition Center

POLAND

DAWCZYŃSKI, Szymon	Silesian University of Technology, Gliwice
GORSKI, Marcin	Silesian University of Technology, Gliwice
KRZYWON, Rafal	Silesian University of Technology, Gliwice
ZIÓŁKOWSKI, Patryk	Gdańsk University of Technology
ABRAMOWICZ, Malgorzata	West Pomeranian University of Technology Szczecin

CUBA

ÁLVAREZ RODRÍGUEZ, Odalys	Universidad Tecnológica de La Habana
LÓPEZ LLANUSA, Alejandro	Universidad Tecnológica de La Habana
WAINSHTOK RIVAS, Hugo	Universidad Tecnológica de La Habana

USA

BUNZA, Matt	Massachusetts Institute of Technology (MIT)
JIN, Weihua	New York University, NYC
SUN, Xiaonuan	Portland State University

GERMANY

KLEINKE, Anja	University Jade Hochschule - Oldenburg
HOLLERMANN, Sebastian	University Jade Hochschule - Oldenburg

CHINA

CHENG, Shidan	Wuhan University
HUANG, Li	China Academy of Art, Hangzhou
CAO, Vivian	China Construction Materials & Technology Consulting Company
WANG, Hailong	Zhejiang University
SUN, Xiaoyan	Zhejiang University
XIAN, Xiangping	CityU Hong Kong
LAU, Sunnie	CUHK Hong Kong
LAU, Stephen	Shenzhen University
BASHA, Humayun	Huaqiao University (Xiamen)
YIQI, Tao	Shenzhen University
LIU, Quiong	University of Shanghai for Science and Technology
HIDALGO, Teo	Xi'an Jiaotong–Liverpool University
KOMYSHEV, Dmitry	North Minzu University
LI, Kun	Wuhan University
WANG, Youqun	Xi'an University of Architecture and Technology
QI, Liangjie	Xi'an University of Architecture and Technology

The NETHERLANDS

VISSCHER, Henk	TU Delft

SWITZERLAND

MALTESE, Sebastiano	University of Applied Sciences and Arts of Southern Switzerland

EMIRATES

PERVAIZ, Salman	Rochester Institute of Technology. RIT -Dubai
SAMAD, Wael	Rochester Institute of Technology. RIT -Dubai

RUSSIA

MAKSIMOVA, Svetlana	Perm National Research Polytechnic University

JAPAN

NIGLIO, Olimpia	Hokkaido University, Faculty of Humanities and Human Sciences

INTERNATIONAL ORGANIZATION COMMITTEE

VALENCIA (Spain)

Jorge GIRBES PÉREZ	Universitat Politècnica de València
José Ramón ALBIOL IBÁÑEZ	Universitat Politècnica de València
Luis PALMERO IGLESIAS	Universitat Politècnica de València
Elena NAVARRO ASTOR	Universitat Politècnica de València
Pedro G. SALINAS MARTÍNEZ	Universitat Politècnica de València
Mercedes ALMENAR MUÑOZ	Universitat Politècnica de València
Francisco J. BLANES PLÁ	Universitat Politècnica de València
Igor FERNÁNDEZ PLAZAOLA	Universitat Politècnica de València
María Jesús FORA MOLLA	Universitat Politècnica de València
Fernando COS-GAYÓN LÓPEZ	Universitat Politècnica de València
Francisco J. MEDINA RAMÓN	Universitat Politècnica de València
Milagro IBORRA LUCAS	Universitat Politècnica de València
M. Emilia CASAR FURIÓ	Universitat Politècnica de València
Javier CARCEL CARRASCO	Universitat Politècnica de València
Pablo RODRÍGUEZ NAVARRO	Universitat Politècnica de València
María Teresa GIL PIQUERAS	Universitat Politècnica de València
María Luisa COLLADO LÓPEZ	Universitat Politècnica de València
José Manuel GANDIA ROMERO	Universitat Politècnica de València
Paloma ARRUÉ BURILLO	Universitat Politècnica de València
Antonio Manuel ROMERO SEDÓ	Universitat Politècnica de València
Aurora MARTÍNEZ CORRAL	Universitat Politècnica de València

BEIJING (China)

Zhang LING	Beijing Yong Shan Media Co., Ltd, Pekin
CAO, Vivian	China Construction Materials & Technology Consulting Company

GLIWICE (Poland)

Szymon DAWCZYŃSKI	Silesian University of Technology, Gliwice
Marcin GÓRSKI	Silesian University of Technology, Gliwice
Rafal KRZYWON	Silesian University of Technology, Gliwice

MILAN (Italy)

Tiziana POLI	Politecnico di Milano
Fulvio RE CECCONI	Politecnico di Milano
Manuela GRECCHI	Politecnico di Milano
Andrea Giovanni MAININI	Politecnico di Milano
Laura MALIGHETTI	Politecnico di Milano
Marco Andrea PISANI	Politecnico di Milano

SALERNO (Italy)

Giacomo DI RUOCCO	Università degli Studi di Salerno
Enrico SICIGNANO	Università degli Studi di Salerno
Roberta MELELLA	Università degli Studi di Salerno

ISTANBUL (Turkey)

Sibel Onat HATTAP	Mimar Sinan Fine Arts University

ODESSA (Ukraine)

Nadia EKSAROVA	Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture
Vladimir EKSAREV	Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture
Sergey SYURKO	Odessa Home Exhibition Center

PAVIA (Italy)

BESANA, Daniela	Università di Pavia
GRECO, Alessandro	Università di Pavia

MATERA (Italy)

Antonella GUIDA	Università degli Studi della Basilicata
Giuseppe ANDRISANI	Università degli Studi della Basilicata
Graziella BERNARDO	Università degli Studi della Basilicata

VILNIUS (Lithuania)

Tatjana VILUTIENĖ	Vilnius Gediminas Technical University
Jonas ŠAPARAUSKAS	Vilnius Gediminas Technical University

OLDENBURG (Germany)

KLEINKE, Anja	University Jade Hochschule - Oldenburg

HONG KONG

SUNNIE S.Y. LAU	CUHK Hong Kong
XIAN, Xiangping	CityU Hong Kong

LA HABANA (Cuba)

Odalys ÁLVAREZ RODRÍGUEZ	Universidad Tecnológica de La Habana (CUJAE)
Alejandro LÓPEZ LLANUSA	Universidad Tecnológica de La Habana (CUJAE)
Hugo R. WAINSHTOK RIVAS	Universidad Tecnológica de La Habana (CUJAE)

GDANSK (Poland)

ZIÓŁKOWSKI, Patryk	Gdańsk University of Technology

SZCZECIN (Poland)

ABRAMOWICZ, Malgorzata	West Pomeranian University of Technology

DELFT (The Netherlands)

VISSCHER, Henk	TU Delft

GUADALAJARA (México)

JUÁREZ PEREZLETE, Raúl	Tecnológico de Monterrey
CANO ESPINOSA, Tania	Tecnológico de Monterrey

SHENZHEN (China)

LAU, Stephen	Shenzhen University
YIQI, Tao	Shenzhen University

PORTLAND (Oregon, USA)

BUNZA, Matt	Portland State University
HEREDIA, Juan Manuel	Portland State University
SUN, Xiaonuan	Portland State University

INDEX

EDITOR **p.2**

INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE **p.3**

INTERNATIONAL ORGANIZATION COMMITTEE **p.7**

CHAPTER INDEX **p.11**

FOREWORD **p.21**

CHAPTER 1: *ECONOMY* *p.27*

1.1-BUILDING MANAGEMENT SYSTEMS (BMS), A FURTHER ADVANCE IN BUILDINGS EFFICIENCY. p.29

J. Fuentes-del-Burgo / E. Navarro-Astor

1.2-SUSTAINABLE COMMUNITY DEVELOPMENT: ANALYZING THE IMPACT OF AI AND REVIT ON GREEN MATERIALS CONSTRUCTION. p-31

Fabiola Colmenero Fonseca / Alejandro Guzmán Ramírez /Andrés Salas Montoya / Javier Cárcel Carrasco / Rut Benavente Martinez

1.3-LAST PLANNER SYSTEM IMPLEMENTATION IN A CONSTRUCTION COMPANY IN KAZAKHSTAN: A SWOT ANALYSIS. p.33

D. Sadvokassova / N. Valverde-Gascueña / J. Fuentes-del-Burgo / E. Navarro-Astor

1.4-RELATIONSHIP BETWEEN MAINTENANCE ENGINEERING AND KNOWLEDGE MANAGEMENT. p.35

Javier Cárcel-Carrasco / Fabiola Colmenero Fonseca / Ramiro Rodríguez Pérez / José Ramón Albiol Ibañez

1.5-MAINTENANCE KNOWLEDGE MANAGEMENT MODEL BASED ON RELIABILITY, MAINTAINABILITY AND ENERGY EFFICIENCY. p.37

Javier Cárcel-Carrasco / Andrés Salas Montoya / Adolfo Preciado Quiroz / Alejandro Guzmán Ramírez

1.6-OPERATIONAL RELIABILITY, MAINTENANCE AND ENERGY EFFICIENCY, RELATIONSHIPS AND IMPROVEMENT WITH THE USE OF KM TECHNIQUES. p.39

Javier Cárcel-Carrasco / Fidel Salas Vicente / José Ramón Albiol Ibáñez / José Antonio Cárcel Carrasco

1.7-CUSTOMER PROFILE OF THE REAL ESTATE AGENT AS THE INDUSTRY GOES DIGITAL. p.41

Juan Carlos Asensio-Soto /Elena Navarro-Astor

1.8-SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE: REAL ESTATE MANAGEMENT WITH AI. p.43

Maita Morales-Prieto / Alicia Llorca-Ponce / Gregorio Rius-Sorolla

1.9-AFFORDABILITY AND SUSTAINABILITY OF SOCIAL HOUSING IN EUROPE. p.45

María Oliver-Sanz / Alicia Llorca-Ponce

1.10-ENERGY OPTIMIZATION OF BUILDINGS THROUGH RELIABLE MODELS. RESOURCE ECONOMIZATION. p.47

A. Esteller Agustí / A. Martínez-Ibernón / C. Aparicio-Fernández / R. Royo Pastor

1.11- VALENCIA NEW MULTI STOREY RESIDENTIAL BUILDING DEMAND ANALYSIS. p. 49

Fernando Cos-Gayón López / Ángel Martín Furones / Igor Fernández Plazaola / Kaliane Bauzá Reynaldo

1.12-OFFER ANALYSIS OF NEW CONSTRUCTION SINGLE-FAMILY HOUSES IN THE CITY OF VALENCIA, THE METROPOLITAN AREA, SELECTED MUNICIPALITIES OF THE CAMP DE TURIA AND THE MUNICIPALITY OF SAGUNTO. p.51

Fernando Cos-Gayón López / Ángel Martín Furones / Igor Fernández Plazaola / Kaliane Bauzá Reynaldo

CHAPTER 2:

SUSTAINABILTY p. 53

2.1- COASTAL URBAN ECOSYSTEMS SUSTAINABLE INFRAESTRUCTURE THROUGH INTERDUNARY LAGOONS AND THER IMPACT ON SOCIAL WELL-BEING. p.55

Fabiola Colmenero Fonseca / Maria del Carmen Ixtepan Turrent / Javier Cárcel Carrasco / Juan francisco Palomino Bernal / Ramiro Rodríguez Perez

2.2-SOLAR CELL AS A BRIDGE BETWEEN SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND ENERGY JUSTICE: INNOVATION FOR COMMUNITIES WITH HIGH SOLAR RADIATION. p.57

Bruno Guadarrama Rincón / Fabiola Colmenero Fonseca / Lauren Yolanda Gómez Zamorano / Amparo Borrell

2.3-THE FUTURE OF WATER TREATMENT: INNOVATIVE ADVANCES IN CERAMIC MEMBRANE TECHNOLOGY. p.59

Fabiola Colmenero Fonseca / Bruno Guadarrama Rincón /Amparo Borrell / Rut Benavente Martínez / María Dolores Salvador Moya

2.4-ENERGY DIAGNOSIS OF A HISTORIC EDUCATIONAL BUILDING. p.61

María Eugenia Torner Feltrer / Mar Cañada Soriano / Carolina Aparicio Fernández / José Luis Vivancos Bono

2.5-APPLIED TECHNOLOGIES CONSTRUCTION MATERIALS FOR HOUSES: A SOLUTION TO ENERGY EFFICIENCY. p.63

Juan Francisco Palomino Bernal / Javier Cárcel-Carrasco / Fabiola Colmenero Fonseca / Alejandro Guzmán Rodríguez / Kevin Alexander Echeverry Bucurú

2.6-RESOURCE MAPPING AND SMART GEOLOCATION: HARVEST MAP TECHNOLOGIES FOR SUSTAINABILITY, ESG GOVERNANCE AND CIRCULAR ECONOMY. p.65

Ramiro Rodríguez Pérez / Javier Cárcel Carrasco / Fabiola Colmenero Fonseca / Juana Mercedes Perlaza Rodriguez / Kevin A. Echeverry Bucurú

2.7-EVALUATION OF THE INTERACTION BETWEEN DAYLIGHT AND OUTDOOR VIEW IN UNIVERSITY BUILDINGS: A CASE STUDY. p.67

Giacomo Caccia / Matteo Cavaglià / Alberto Speroni / Luis Palmero Iglesias / Tiziana Poli / Andrea Giovanni Mainini

2.8-THE ACOUSTICS OF THE SYDNEY OPERA HOUSE. p.69

Quiteria Angulo-Ibáñez / Aitana Puig-Rocher

2.9-PERCEPTION OF PUBLIC SPACE THROUGH OUTDOOR ADVERTISING. THE CASE OF MADRID. p.71

Quiteria Angulo-Ibáñez / Miriam Hernández-García

2.10-REGULATORY DEVELOPMENTS ON THE ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS. p.73

Quiteria Angulo-Ibáñez / Mercedes Almenar-Muñoz

2.11-RENEWABLE ENERGY TO DIFFERENT ACCESSIBILITY CONDITIONS, THROUGH THE WEATHER CONDITIONS. p.75

Javier Cárcel-Carrasco / Fabiola Colmenero Fonseca /Kevin Echeverry / Juan Francisco Palomino

2.12-THERMAL MONITORING AND HEATWAVE INCIDENCE OF TEMPORAL DECARBONIZATION MEASURES AND NATURE BASED SOLUTIONS IN EL GRAO NEIGHBORHOOD, CASTELLON. DIVAIRCITY PROJECT. p.77

Amparo León Vinet / Elisa Peñalvo López / Vicente León Martínez / Iván Valencia Salazar

2.13-GREEN ROOF ENERGY IMPACT ANALYSIS ON A CLASSROOM BUILDING AT THE TECHNOLOGICAL INSTITUTE OF BOCA DEL RIO. p.79

José-Juan Huesca-Lopez / Iván Valencia-Salazar / Elisa Peñalvo-López / Juan-David Garay-Marin / Fabiola Lango-Reynoso

2.14-RESCUING EQUITY: A COMPREHENSIVE APPROACH TO ASSESSING SOCIAL SUSTAINABILITY IN URBAN ENVIRONMENTS. p.81

María Oliver-Sanz / Alicia Llorca-Ponce

2.15-EVALUATION OF ENERGY EFFICIENCY PROPOSALS IN BUILDING M OF THE TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO BOCA DEL RÍO CAMPUS, IN BOCA DEL RÍO, VERACRUZ. p.83

Ignacio Z. Carmona-Uscanga / Iván Valencia-Salazar / E. Peñalvo-López / J. David Garay-Marín / Fabiola Lango-Reynoso

2.16-IMPACT OF ARCHITECTURAL DESIGN ON THE WELLBEING OF INHABITANTS: A STUDY OF CORRELATIONS IN KEY HOUSING ELEMENTS. p.85

María Luisa Nolé / Robi Barranco / María Pérez / J. Luis Higuera-Trujillo /Carmen Llinares

2.17-CORRELATION BETWEEN LEED CERTIFICATION AND LOW-CO2E BUILDINGS: TOWARDS A NEAR ZERO CARBON (NZC) DESIGN. p.87
Ida Severino / Giacomo Di Ruocco

2.18-CARBON NEUTRAL ARCHITECTURE: LCA METHOD"FROM THE CRADLE TO THE CRADLE" FOR THE "ZERO EMISSIONS" DESIGN OF TIMBER BUILDINGS. p.89
Ludovica Amorelli / Giacomo Di Ruocco

2.19- BREATHE BRICKS. CO2 ABSORBING BRICKS. p.91
Palmero Sánchez P. / Aurora Martínez Corral A. / Molines Cano J. / Hidalgo Mora J. / Romero Miquel J.

2.20-HIGH TECHNOLOGY TO INTERVENE ON THE SUN. SOLAR CONTROL GLASS. p.93
Palmero Sánchez P. / García Izquierdo, A.

2.21-LIGHT AS PRINCIPAL CONCEPT IN BENEDICTINE MONASTERY CHURCH. MODERN ARCHITECTURE IN CHILE. p.95
Suzanne Segeur / Luis Palmero / Graziella Bernardo / Natalia Caicedo

2.22-THE REVALUATION OF THE CONTEMPORARY ART IN THE LANDSCAPE THATHOSTS THEM: THE FIUMARA D'ARTE CASE IN THE NEBRODI NATURAL PARK. p.98
Giuseppe Angileri / Marina Arena / Luis Palmero Iglesias

2.23-GREEN FACADES AS A RESOURCE FOR ENERGY SAVING AND EFFICIENCY. p.99
Luis Manuel Palmero Iglesias / María Isabel Giner García

2.24-SUSTAINABLE AND DIGITAL TRANSFORMATION OF OFFICE BUILDINGS: FIELDS OF ACTION IN EXISTING AND NEW BUILDINGS. p.101
Anja Henrike Kleinke

2.25-THE DISUSED PRECIOUS STONE ELEMENTS ARE NOT CDWASTE. A DIGITAL MANAGEMENT CHAIN TO SAVE THEM NOTTAL MANAGEMENT CHAIN TO SAVE THEM. p.103
Raffaella Lione / Ornella Fiandaca / Fabio Minutoli / Alessandra Cernaro / Luis Manuel Palmero Iglesias

CHAPTER 3: *NEURAL ENGINEERING* *p.105*

3.1-GAMIFIED ARCHITECTURAL DESIGN: ADVANCING EDUCATION WITH EXTENDED REALITY AND AI INSIGHTS. p.107
Juana Mercedes Perlaza Rodríguez / Fabiola Colmenero Fonseca / Ángela María Díaz-Márquez

3.2-EVALUATION OF PHYSIOLOGICAL RESPONSES IN REAL AND SIMULATED HOUSING ENVIROMENTS. p.109
M. Pérez-Martínez / M.L. Nolé / R. Barranco-Merino / J.L. Higuera-Trujillo / C. Llinares

3.3-NEUROARCHITECTURE: DESIGN GUIDED BY PHYSIOLOGICAL SIGNAL DATA. p.111
M. Pérez-Martínez / J.L. Higuera-Trujillo / C. Llinares

3.4-ILLUMINATING REALITIES: EXPLORING THE EFFECT OF LIGHTING IN HOUSING IN REAL AND VIRTUAL ENVIRONMENTS. p.113
Nuria Castilla / Juan-Luis Higuera-Trujillo / Carmen Llinares

3.5-EXPLORING PATTERNS IN PRESENCE QUESTIONNAIRES: A COMPARATIVE STUDY. p.115
Robi Barranco-Merino / Juan Luis Higuera-Trujillo / Carmen Llinares Millán

3.6-FOUNDATIONS AND FACTORS IN PRESENCE QUESTIONNAIRES FOR VIRTUAL ENVIRONMENTS. p.117
Robi Barranco-Merino / María Luisa Nolé Fajardo / María Pérez Martínez / Juan Luis Higuera-Trujillo / Carmen Llinares Millán

3.7-MULTIDIMENSIONAL APPROACH OF THE RELATIONSHIP BETWEEN PSYCHOPHYSIOLOGICAL, ECONOMIC, AND HEALTH DIMENSIONS IN BUILDING MATERIAL SELECTION. p.119
C. Llinares / M. Bravo

CHAPTER 4: *HERITAGE* *p.121*

4.1-PRESERVATION STRATEGIES OF THE BRITISH CEMETERY IN MADRID A TOURIST TOUR THROUGH THE CEMETER. p.123
Ana Girbés Baroja / Marta Girbés Baroja / Jorge Girbés Pérez

4.2-DESIGN AND ANNI ALBERS: GEOMETRY AND COLOUR IN HER WORKS. p.125
Liqun Li / Luis Cortés Meseguer / Jorge García Valldecabres

4.3- SUSTAINABLE FACTORS IN THE STUDY AND ANALYSIS OF TRADITIONAL CONSTRUCTION TYPOLOGIES FOR THEIR CONSERVATION IN THE GOLDEN TRIANGLE OF COLOMBIA. p.127
Echeverry Bucurú Kevin Alexander / Cárcel Carrasco Francisco Javier / Colmenero Fonseca Fabiola / Guzman Ramírez Alejandro /Salas Montoya Andrés

4.4-ANALYSIS AND VALIDATION OF AN INDEX FOR THE ARCHITECTURE OF THE CHURCHES OF THE FRANCISCAN ROUTE IN JALISCO, MEXICO. p.129
Fabiola Colmenero Fonseca / Javier Cárcel Carrasco / Adolfo Preciado Quiroz / Andrés Salas Montoya / Ramiro Rodríguez Pérez

4.5-INNOVATION AND SUSTAINABILITY: THE FUTURE OF CONSTRUCTION WITH LOCAL MATERIALS AND THE INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE. p.131
Fabiola Colmenero Fonseca / Javier Cárcel Carrasco / Juana Mercedes Perlaza Rodríguez / Kevin A. Echeverry Bucurú / Ramiro Rodriguez Perez

4.6-SEISMIC VULNERABILITY ASSESSMENTOF THE "ALQUERÍA DE LLEONART" (VALENCIA, SPAIN). p.133
Arianna Guardiola Víllora /Luisa Basset Salom / Isabel Álvarez de Valcárcel

4.7-ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR ARCHAEOLOGICAL GARDEN RECONSTRUCTION. p.135
Quiteria Angulo-Ibáñez / José David Gordo-Martínez

4.8-THE ENHANCEMENT OF THE SITE AND THE HERMITAGE OF PINTARRAFES CARLET. p.137
Pablo Ariel Escudero / Luis Cortés Meseguer / Jorge García Valldecabres / Concepción López González

4.9-TEMPLATE ARCHITECTURE AND GAUGED BRICKWORK IN THE DOME OF ESCUELAS PÍAS OF VALENCIA. p.139
Luis Cortés Meseguer / Jorge Luis García Valldecabres / Concepción López González / Yrma Daniela Villalba Linares

4.10-GRAPHICAL EVOLUTION AND SURVEYINGS OF VALENCIA'S CATHEDRAL. p.141
Luis Cortés Meseguer / Jorge García Valldecabres / Concepción López González / Pablo Ariel Escudero

4.11-REINTERPRETING THE HERITAGE OF THE VALENCIAN MODERN MOVEMENT: CREATION OF A BIM DATABASE FOR THE BUILDING AT GRAN VÍA MARQUÉS DEL TURIA 29. p.143
Pablo A. Escudero / Jorge L. García Valldecabres / M. C. López González / Luis Cortés Meseguer

4.12-MATERIAL APPROXIMATION OF THE EAST SIDE OF THE MAIN CLOISTER, FORMER CONVENT OF SANTO DOMINGO (VALENCIA, SPAIN). p.145
S. Kröner / E. Arias-Valera / L. Osete Cortina / X. Mas-Barberà

4.13-FORMAL AND COMPOSITIONAL ASPECTS OF THE GOTHIC TRACERY OF THE MAIN CLOISTER IN THE FORMER CONVENT OF SANTO DOMINGO OF VALENCIA. p.147
E. Arias-Valera1 S. Kröner / L. Osete Cortina / X. Mas-Barberà

4.14-HERITAGE AND PATHOLOGICAL ANALYSIS OF THE ANTONIO BALLESTER GALLERY. p.149
Luis Cortés Meseguer / Pablo Rodríguez Navarro / María Teresa Gil Piqueras / Andrea Ruggieri

4.15-PROJECTED WORKS IN THE CHURCH OF SAINT JOHN THE APOSTLE AND EVANGELIST OF MASSAMAGRELL IN THE 20TH CENTURY. p.151
Valentina Ciaffoni / Jorge García Valldecabres / Luis Cortés Meseguer / María Concepción López González

4.16-REHABILITATION OF THE DOME OF THE CHURCH OF SAN JUAN APÓSTOL AND EVANGELISTA IN MASSAMAGRELL. p.153
Valentina Ciaffoni / Jorge García Valldecabres / Luis Cortés Meseguer / María Concepción López González

4.17-FEASIBILITY OF INDUSTRIALIZED FACADES IN BUILDING REHABILITATION. p.155
M. Iborra-Lucas / John J. Zambrano-Alcivar

4.18-DIGITAL RECONSTRUCTION OF THE NABATAEAN ARCH IN PETRA WORLD HERITAGE SITE, JORDAN. p.157

Wang Yang / María José Viñals Blasco / Jorge García Valldecabres

4.19-THE CONSTRUCTION SYSTEM OF RECONQUEST CHURCHES THE CASE OF THE CHURCH OF LOS SANTOS JUANES IN VALENCIA. p.159

José Miguel Molines Cano / Jaime Llinares Millán / Ana Almerich Chulia / Pablo Palmero Sánchez

4.20-INNOVATIVE SUSTAINABLE ROOFING STRATEGIES FOR MITIGATING URBAN HEAT ISLANDS IN MATER. p.161

Juana Mercedes Perlaza Rodríguez / Fabiola Colmenero Fonseca / Carmen Fattore

4.21-THE EVOLUTION OF THE TRANSFIGURATION CATHEDRAL AS AUNITY OF THE PAST, PRESENT AND FUTURE. p.163

Yuliya Poteychuck / Nadiia Yeksarova

4.22-FACADES ANOMALIES: METHODOLOGY FOR CATALOGING. CASE OF VALENCIA. p.165

E. Barelles-Vicente / J. Llinares-Millán

4.23-DETERIORATION OF THE ENVELOPE: DEVELOPMENT OF CARDS FOR IDENTIFICATION AND DIAGNOSIS. p.167

E. Barelles-Vicente / J. Llinares-Millán

4.24-TABAKALERA DONOSTIA. HERITAGE APPROACHED AS RESTORATION OR TRANSGRESSION. p.169

Palmero Sánchez P. / García Izquierdo, A.

4.25-SOCIAL HOUSING AS MODERN HERITAGE: THE CASE OF THE "ANTONIO RUEDA" GROUP. p.171

Bernardo, G.4; Palmero Iglesias, L. / García Valldecabres, J.

4.26-LIGHT AS A NATURAL RESOURCE IN THE RELIGIOUS SPHERE. SAN PEDRO MÁRTIR DE FISAC COMPLEX, M. p.173

Bernardo, G. / Palmero Iglesias, L. / Segeur Suzanne. / Caicero, N

4.27-PRELIMINARY STUDIES FOR THE MUSEALIZATION OF THE KASBAH OF TAOURIRT IN OUARZAZATE, MOROCCO. p.175

Teresa Gil Piqueras / Pablo Rodríguez Navarro

4.28-CATALOGUING AND DOCUMENTATION OF BELL TOWERS WITH SPIRES IN CERAMIC WEDGE-SHAPED BRICKS IN SICILY. p.177

Gloria Russo / Mariateresa Galizia / Michele Mangiameli / Pablo Rodríguez Navarro / Teresa Gil Piqueras

4.29-DIGITAL TECHNOLOGY FOR THE KNOWLEDGE AND VALUATION OF ARCHITECTURAL HERITAGE. p.180

Giuseppe Angileri / Ornella Fiandaca / Marina Arena / Alessandra Cernaro / Luis Palmero Iglesias

4.30-MILITARY ARCHITECTURE IN THE VICEROYALTY OF PERU: DESIGN, CONSTRUCTION, AND CURRENT STATE OF MILITARY AND FORTIFIED MONUMENTS. p.181

Diego Celis-Estrada / Teresa Gil-Piqueras / Pablo Rodríguez-Navarro

4.31-DEGRADATION OF THE STONE MATERIALS OF THE PILAR CHURCH IN VALENCIA (SPAIN): MAPPING AND ANALYSIS USING PHOTOGRAMMETRIC TECHNIQUES. p.183

Giovanni Brodu / Ana Pérez Vila / Pablo Rodríguez Navarro / Teresa Gil Piqueras

4.32-LIGHT AS PRINCIPAL CONCEPT IN BENEDICTINE MONASTERY CHURCH. MODERN ARCHITECTURE IN CHILE. p.185

Suzanne Sigeur / Luis Manuel Palmero Iglesias / Graziella Bernardo / Natalia Caicedo

4.33-LIGHT AS A NATURAL RESOURCE IN THE RELIGIOUS SPHERE. SAN PEDRO MÁRTIR DE FISAC COMPLEX, M. p.187

Graziella Bernardo / Luis Manuel Palmero Iglesias / Suzanne Sigeur / Natalia Caicedo

CHAPTER 5: *TECHNOLOGY*

p.189

5.1-DURABILITY PERFORMANCE OF CONCRETE MADE WITH DEMOLITION WASTE. p.191

J.R. Lliso-Ferrando / L. Mata-Rodríguez / A. Martínez-Ibernón / I. Gasch Molina / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá

5.2-CURING CONDITIONS INFLUENCE ON THE DURABILITY OF REINFORCED CONCRETE. PART 1. CONCRETE CHARACTERISATION. p.193

J.R. Lliso-Ferrando / A. Martínez-Ibernón / P. Monzón-Bello / I. Gasch Molina / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá

5.3-CURING CONDITIONS INFLUENCE ON THE DURABILITY OF REINFORCED CONCRETE. PART 2. CORROSION MONITORING. p.195

J.R. Lliso-Ferrando / T. Yáñez Albán /J.E. Ramón-Zamora / A. Martínez-Ibernón / I. Gasch Molina / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá

5.4-SURFACE-APPLIED CORROSION INHIBITOR EVALUTAION ON REINFORCED CONCRETESTRUCTURES. PART 1. APPLICATION AT THE BEGINNING OF THE SERVICE LIFE. p.197

J.R.Lliso-Ferrando / V. Nzang Ondo / A. Martínez-Ibernón / I. Gasch Molina / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá

5.5-SURFACE-APPLIED CORROSION INHIBITOR EVALUATION ON REINFORCED CONCRETE STRUCTURES. PART 2. APPLICATION DURING THE SERVICE LIFE. p.199

J.R.Lliso-Ferrando / V. Nzang Ondo / A. Martínez-Ibernón / I. Gasch Molina / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá

5.6-CORROSION IN REINFORCED CONCRETE CONSTRUCTIONS LOCATED IN VALENCIA. CASE STUDY. p.201

Josep Ramon Lliso-Ferrando / Ana Martínez-Ibernón / I. Gasch-Molina / J. M. Gandía-Romero / Manuel Valcuende Payá / J. Soto Camino

5.7-CORROSION RISK IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES LOCATED IN THE MARINE ENVIRONMENT USING ELECTRICAL RESISTANCE MEASUREMENT. p.203

J.R. Lliso-Ferrando / A. Martínez-Ibernón / R. Vengut-Tro / I. Gasch Molina / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá

5.8-GRADING STUDY OF QUARRY AGGREGATES AND RECYCLED AGGREGATES FROM DEMOLITION WASTE. p.205

J.R. Lliso-Ferrando / A. Arenós-Barrachina /A. Martínez-Ibernón / I. Gasch Molina /J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá

5.9-METHODOLOGY FOR REPAIR OF CORROSION AFFECTED REINFORCED CONCRETE STRUCTURES. p.207

J.R. Lliso-Ferrando / I. Gasch Molina / A. Martínez-Ibernón / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá

5.10-CORROSION PERFORMANCE OF CONCRETES MANUFACTURED WITH DIFFERENT CEMENTS. p.209

J.R. Lliso-Ferrando / I. Gasch Molina / A. Martínez-Ibernón / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá / J. Soto Camino

5.11-PROBLEMS IN REPAIRS OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES AFFECTED BY CORROSION. p.211

J.R. Lliso-Ferrando / I. Gasch Molina / A. Martínez-Ibernón / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá / J. Soto Camino

5.12-CONCRETE RESISTIVITY ANALYSIS UNDER LABORATORY CONDITIONS ON SPECIMENS OF DIFFERENT SIZES. p.213

J.R. Lliso-Ferrando / I. Gasch Molina / A. Martínez-Ibernón / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá

5.13-QUICK ESTIMATION OF CHLORIDE DIFFUSION COEFFICIENT FROM NON-STEADY-STATE EXPERIMENTS IN CONCRETE. p.215

J.R. Lliso-Ferrando / I. Gasch Molina / A. Martínez-Ibernón / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá / J. Soto Camino

5.14-SIGNIFICANCE OF MACROCELL CURRENTS IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES LOCATED IN THE MARINE ENVIRONMENT. p.217

J.R. Lliso-Ferrando / I. Gasch Molina / A. Martínez-Ibernón / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá

5.15-ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF PATCH REPAIRS IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES. PART 1: MORTAR USED. p.219

J.R. Lliso-Ferrando / I. Gasch Molina / A. Martínez-Ibernón / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá

5.16-ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF PATCH REPAIRS IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES. PART 2: PASSIVATING MORTAR. p.221

J.R. Lliso-Ferrando / I. Gasch Molina / A. Martínez-Ibernón / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá

5.17-ENERGY DEMAND REDUCTION IN REINFORCEMENT CONCRETE STRUCTURES MONITORING SYSTEMS. 2 vs. 3 ELECTRODES. p.223

A. Martínez-Ibernón / I. Gasch Molina / J.R. Lliso-Ferrando / R. Vengut-Tro / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá

5.18-HUMIDITY VARIATION ESTIMATION IN HARDENEDCONCRETE MATRIX BY MEANS OF SENSOR SYSTEM. p.225

A. Martínez-Ibernón / I. Gasch Molina / J.R. Lliso-Ferrando / P. Monzón Bello / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá

5.19-ESTIMATION OF OXYGEN AVAILABILITY IN CONCRETE USING A SENSOR SYSTEM. p.227

Martínez-Ibernón / I. Gasch Molina / J.R. Lliso-Ferrando / P. Monzón Bello / R. Vengut-Tro / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá

5.20-PCA MODEL FOR HARDENED CONCRETE pH DETERMINATION. VOLTAMMETRIC SENSOR. p.229

A. Martínez-Ibernón / I. Gasch Molina / J.R. Lliso-Ferrando / J.M. Gandía-Romero / M. Valcuende Payá

5.21-TECHNOLOGICAL RESEARCH DEVELOPMENT FOR CIRCULAR CONSTRUCTION. p.231

Benito, F.J / Fernández, A.B. / Miñano, I.B / Parra, C.J /Rodriguez, C / Carrion, E / Mateo, J.M

5.22-PATHOLOGIES IN POLYETHYLENE WATER SUPPLY NETWORKS. DESIGN PRINCIPLES. p.233

A.M. Romero Sedó / P. Arrué Burillo / J.F. Romero i Miquel

5.23-VARIATION IN CORROSION RATE AFTER THE APPLICATION OF CYCLIC LOADS IN REINFORCED CONCRETE. p.235

P. Monzón-Bello / A. Martínez-Ibernón / J.R. Lliso-Ferrando / R. Vengut-Tro

5.24-STUDY OF CORROSION IN ELECTRICAL PROTECTION EARTH NETWORKS WITH CONTACT CONNECTION. p.237

Javier Cárcel-Carrasco / Juan Manuel Sánchez-Rodríguez / Fabiola Colmenero Fonseca / María del Carmen Ixtepan

5.25-MODELING AND THERMAL STUDY IN TRNSYS OF A GREEN WALL IN A GOVERNMENTAL BUILDING IN THE MUNICIPALITY OF VERACRUZ. p.239

V. Ortiz-Garcia / C.A. Sosa-Villalobos /G. Domínguez-Sánchez / A. Rodriguez-Andrade / E. Peñalvo-López / I. Valencia-Salazar

5.26-DESIGN OF A COMPUTATIONAL MODEL TO OPTIMIZE THE PERFORMANCE OF DIFFERENT VENTILATED WALL SOLUTIONS: SIMULATIONS AND COMPARISONS. p.241

Francesco Paolo R. Marino / Luís Manuel Palmero Iglesias

5.27-DESIGN OF A COMPUTATIONAL MODEL TO OPTIMIZE THE PERFORMANCE OF DIFFERENT VENTILATED WALL SOLUTIONS: ALGORITHM STRUCTURING. p.243

Francesco Paolo R. Marino

5.28-DEVELOPMENT OF BIO-BASED MATERIALS FOR BUILDING APPLICATIONS WITH THERMO-ACOUSTIC CHARACTERISTICS. p.245

Suzanne Segeur / Paula Nuñez /Alan Huircaman / Luis Palmero

5.29-APPLICATION OF DRONES AND 3D PHOTOGRAMMETRY FOR SURVEYING HARD-TO-REACH SITES. p.274

Pablo Rodríguez-Navarro / Teresa Gil-Piqueras / Ana Pérez Vila / Andrea Ruggieri

5.30-BIOCONSTRUCTION AND BIOMATERIALS. MYCELIUM FUNGUS, THE BIOARCHITURE SUSTAINABLE BIOMATERIAL OF THE FUTUR. p.249

K. Essamhi-Saidi / C. José. Parra-Costa / I. De La Paz. Miñano-Belmonte / J. M. Mateo / F.J. Benito

5.31-A LUMINESCENT PERMEABLE 3D-PRINTED CONCRETE LANDSCAPE CHAIR AND ITS CONSTRUCTION METHOD. p.251

Ye Yinlin / Du Xu / Sun Xiaoyan / Wang Hailong

5.32-COCONUT FIBRE IN MORTAR MATRIX. p.253

Gina San Andrés Zevallos / Javier Chonillo Portés / Joseph Cedeño Palacios / Melina Villacreses López

5.33.-MONITORING SYSTEMS, THE WAY TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT. A FIRST REFLECTION. p.255

Ana Martínez-Ibernón / Isabel Gasch Molina / Josep Ramon Lliso-Ferrando / Pablo Monzón Bello / José Manuel Gandía-Romero / Manuel Valcuende Payá

5.34-ESTIMATION OF ELECTRICAL RESISTIVITY USING SENSOR SYSTEMS IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES. p.257

Ana Martínez-Ibernón / Isabel Gasch Molina / Josep Ramon Lliso-Ferrando / Rocío Expósito Herndez / José Manuel Gandía-Romero / Manuel Valcuende Payá

CHAPTER 6: *TOWN PLANNING* *p.259*

6.1-GET OUT OF HERE: URBAN DESIGN AGAINST PEOPLE. p.261
Arianna Guardiola Víllora / Elena Navarro Astor

6.2-EFFICIENCY IN PUMPING PRESSURE GROUPS OF URBAN WATER SUPPLY NETWORKS. p.263
P. Arrué Burillo / A.M. Romero Sedó / J.F. Romero i Miquel

6.3-STANDARDS IN THE DESIGN OF RAILWAY STATION SPACES. p.265
Juan B. Font Torres / Jorge L. García Valldecabres, / Luis Cortés Meseguer

6.4-AIR AS TOOL OF ARCHITECTURALFORMATION. FEATURES OF SUPPORT-FREE AEROSTATIC COATING. p.267
Nadiia Yeksarova / Volodymyr Yeksarov

6.5-TURIA RIVER VIRTUAL TOUR: INTEGRATION OF SPHERICAL PANORAMAS IN CULTURAL LANDSCAPE HERITAGE. p.269
Mónica Val Fiel / Marina Puyuelo Cazorla / Lola Merino Sanjuan

6.6-ANALYSIS OF PATHOLOGIES IN BUILDINGS AND RISING WATER TABLE IN BÉTERA (VALENCIA). PROPOSAL FOR A PIEZOMETRIC PROTOCOL FOR PUBLIC WARNING. p.271
Javier Rodrigo Ilarri / Aurora Martínez-Corral / Claudia-Patricia Romero-Hernández / Lucía Belenguer Espinosa / Mª Elena Rodrigo-Clavero

6.7-THE TURIA GARDEN: ORGANIZATION AND CONSTRUCTION OF SPACES IN A LINEAR PARK. p.273
Lola Merino Sanjuán / Mónica Val Fiel / Marina Puyuelo Cazorla

6.8-URBAN EVOLUTION OF THE OLD JEWISH QUARTER OF VALENCIA. p.275
Concepción López González / Pablo Ariel Escudero / Luis Cortés Meseguer / Jorge García Valldecabres

6.9-OPEN SPACE AND URBAN SUSTAINABILITY: THE CASE OF THE CITY OF VALENCIA 'NEW CHALLENGES AND OPPORTUNITIES'. p.277
Mª Emilia Casar Furió / Mª Jesús Romero Aloy

6.10-RESILIENT ARCHITECTURE: PROTECTING BUILDINGS AGAINST FLOODS. SPECIAL REFERENCE TO THE EFFECTS PRODUCED BY THE DANA OF OCTOBER 2024. p.279
Mª Jesús Romero Aloy / Mª Emilia Casar Furió / Ángel Trinidad Tornel

6.11-THE IMPORTANCE OF URBAN AND TERRITORIAL PLANNING CONCERNING FLOOD RISK MANAGEMENT REFLECTIONS AFTER THE DANA IN VALENCIA. p.281
Calabuig Montesinos, V. / De-Juan-Ripoll, C. / Martínez Roldán, E. / Palmero Iglesias, L. / Rodrigo Catalán, P. / Tordera Llisterri, L.

6.12-THE NEED FOR PREVENTIVE ACTIONS IN BUILDING: REFLECTIONS AFTER THE DANA IN VALENCIA: REFLECTIONS AFTER THE DANA IN VALENCIA. p.283
Martínez Beltrán, E. / Calabuig Montesinos, V. / De-Juan-Ripoll, C. / Palmero Iglesias, L. / Rodrigo Catalán, P. / Tordera Llisterri, L.

6.13-RETHINKING EDUCATIONAL SPACES AFTER A NATURAL DISASTER, THE ISOLATED HIGH-ALTITUDE DEPRESSION. p.285
Rodrigo Catalán, P. / Calabuig Montesinos, V. / De-Juan-Ripoll, C. / Martínez Roldán, E. / Palmero Iglesias, L. / Tordera Llisterri, L.

6.14-THE GENESIS OF THE TURIA GARDEN I. RICARDO BOFILL. p.287
Graziella Bernardo / Luis Manuel Palmero Iglesias / Giuseppe Angileri

6.15-THE GENESIS OF THE TURIA GARDEN II. RICARDO BOFILL. p.289
Graziella Bernardo / Luis Manuel Palmero Iglesias / Giuseppe Angileri

6.16-THE CITY OF ARTS AND SCIENCES I. SANTIAGO CALATRAVA. ..p.291
Graziella Bernardo / Luis Manuel Palmero Iglesias / Giuseppe Angileri

6.17-CITY OF ARTS AND SCIENCES II. SANTIAGO CALATRAVA. p.293
Graziella Bernardo / Luis Manuel Palmero Iglesias / Giuseppe Angileri

6.18-GIS ANALYSIS OF URBAN DEVELOPMENT: VALENCIA FROM THE TURIA RIVER TO THE TURIA GARDEN. p.295
Giuseppe Angileri / Marina Arena / Luis Palmero Iglesias

6.19-THE EVOLUTION OF TECHNICAL AND URBAN PLANNING REGULATIONS THAT HAVE ALLOWED THE PHENOMENON OF VERTICAL GROWTH IN THE CITY OF MESSINA. p.297
Graziano Tomasell

7.7-DANA OCTOBER 2024. TRIBUTE TO COLLECTIVE RESILIENCE AND SOLIDARITY IN THE FACE OF POLITICAL INCOMPETENCE. p.313
Palmero Iglesias, L. / Calabuig Montesinos, V. / De-Juan-Ripoll, C. / Martínez Beltrán, E. / Rodrigo Catalán, P. / Tordera Llisterri, L

7.8-THE AUTHOUR'S SOCIAL HOUSING FROM THE STUDY OF THE ORIGINAL DESIGN TO THE ENERGY REQUALIFICATION. p.315
Giuseppe Angileri / Graziella Bernardo / Giuseppina Currò / Giovanni Francesco Russo / Luis Palmero Iglesias

CHAPTER 7: *HUMAN RESOURCES* *p.299*

7.1-SUSTAINABLE BUILDING OF THE FUTURE: IMPACT OF COLD SINTERING ON MATERIAL DESIGN IN IBERO-AMERICAN UNIVERSITIES. p.301
Fabiola Colmenero Fonseca / Amparo Borrell / Rut Benavente Martínez / Andrés Salas Montoya / Ramiro Rodríguez Pérez

7.2-ACADEMIC TRANSFORMATION IN THE UNIVERSITIES OF THE FUTURE: SOLID-STATE ELECTROLYTES AND COLD3E IN MATERIALS CHEMISTRY. p.303
Fabiola Colmenero Fonseca / Amparo Borrell / Rut Benavente Martín / Alejandro Guzmán Ramírez / Laurent Yolanda Gómez Zamorano

7.3-PRIORITIES IN HOME BUYING: THE IMPACT OF ACTIVE BUYERS' INVOLVEMENT ON THE PERCEPTION AND EVALUATION OF HOMES. p.305
María Luisa Nolé / Carla de Juan / Antoni Montañana / Carmen Llinares

7.4-INTEGRATION OUTDOOR SHELTERS IN THE CITY FOR HOMELESS PEOPLE. BUILDING HUMAN PROTECTION, COEXISTENCE AND LANDSCAPE. p.307
Marina Puyuelo Cazorla / Lola Merino Sanjuan / Mónica Val Fiel

7.5-ENHANCEMENT OF LOCAL SUPPLY CHAINS FOR SUSTAINABLE E DEVELOPMENT: WATAMU, KENYA. p.309
Stefania De Gregorio

7.6-TRAUMA-INFORMED ARCHITECTURAL DESIGN POST-CATASTROPHE: REFLECTIONS AFTER THE DANA IN VALENCIA. p.311
De-Juan-Ripoll, C. / Calabuig Montesinos, V. / Martínez Beltrán, E. / Palmero Iglesias, L. / Rodrigo Catalán, P. / Tordera Llisterri, L.

PRÓLOGO

Director de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación

El año 2025 ha tenido un significado especial para la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación de la Universitat Politècnica de València. Hemos celebrado 53 años de trayectoria académica, una etapa suficientemente larga como para mirar atrás con respeto, pero, sobre todo, para reafirmar con convicción el camino que queremos seguir construyendo hacia el futuro.

En ese recorrido, EXCO, el Salón Tecnológico de la Construcción, ha sido y sigue siendo un hilo conductor esencial. Durante décadas ha unido universidad, empresa e innovación, actuando como un espacio de encuentro que nos ha permitido compartir conocimiento, anticipar retos y ensanchar horizontes. EXCO no es solo un evento; es una expresión coherente de nuestra manera de entender la edificación como disciplina técnica, científica y social.

Han sido muchos años de trabajo sostenido, de esfuerzo colectivo y de compromiso compartido. Personas y equipos que, edición tras edición, han sabido liderar este proyecto con rigor, entusiasmo y una clara orientación al servicio del sector. En las últimas convocatorias, gracias a la visión estratégica y a la dedicación constante del director de EXCO, el profesor José Ramón Albiol, este encuentro ha alcanzado una proyección internacional incuestionable, con resultados tan sólidos como estimulantes. EXCO 2025 ha vuelto a demostrarlo, superando nuevamente los objetivos marcados, incluso en un contexto complejo e incierto.

La Exposición de Investigación en Edificación constituye, en este sentido, uno de los pilares fundamentales del certamen. La selección, por parte de su comité científico internacional, de 138 pósteres de investigación y 53 comunicaciones científicas confirma la calidad, diversidad y rigor del trabajo presentado, y consolida a EXCO como un referente para la comunidad investigadora en edificación, tanto a nivel nacional como internacional. A ello se suma el alto nivel de las conferencias impartidas, la excelencia de los ponentes invitados y el notable interés de las actividades desarrolladas a lo largo del evento.

Uno de nuestros principales objetivos ha sido reforzar su dimensión internacional. La participación de 63 universidades, que han podido mostrar sus líneas de investigación a través de los pósteres y comunicaciones seleccionados, es una muestra clara de ello. A lo largo del presente año, esta exposición tendrá además carácter itinerante, visitando algunas de estas instituciones internacionales y ampliando así su impacto académico y científico.

Quiero finalizar trasladando, en nombre de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación de la Universitat Politècnica de València, nuestro sincero agradecimiento a CEVISAMA por su apoyo continuado a este evento, así como el reconocimiento al profesor José Ramón Albiol Ibáñez y a todo su equipo, cuyo trabajo riguroso y comprometido ha hecho posible una nueva edición de éxito.

Miramos ya hacia EXCO 2026 con la misma convicción que nos ha traído hasta aquí: la de seguir mejorando, creciendo y compartiendo conocimiento. Estoy convencido de que

volverá a superar las expectativas y de que, una vez más, será un punto de encuentro imprescindible para todos los que creemos en la edificación como motor de innovación, progreso y servicio a la sociedad.

FOREWORD

Director of the School of Building Engineering

The year 2025 has held particular significance for the School of Building Engineering of the Universitat Politècnica de València. We have celebrated 53 years of academic trajectory, a period long enough to look back with respect, but above all to reaffirm with conviction the path we intend to continue building towards the future.

Along this journey, EXCO, the Technological Trade Fair for the Construction Sector, has been and continues to be an essential guiding thread. For decades, it has brought together academia, industry and innovation, serving as a meeting point that has enabled us to share knowledge, anticipate challenges and broaden horizons. EXCO is not merely an event; it is a coherent expression of our understanding of building engineering as a technical, scientific and social discipline.

These have been many years of sustained effort, collective dedication and shared commitment. Individuals and teams who, edition after edition, have led this project with rigour, enthusiasm and a clear service-oriented vision for the sector. In recent editions, thanks to the strategic vision and constant dedication of the EXCO Director, Professor José Ramón Albiol, this event has achieved an unquestionable international projection, with results that are both solid and highly encouraging. EXCO 2025 has once again demonstrated this, exceeding the objectives set, even within a complex and uncertain context.

The Building Research Exhibition represents, in this regard, one of the core pillars of the event. The selection by its international scientific committee of 138 research posters and 53 scientific communications confirms the quality, diversity and rigour of the work presented, and consolidates EXCO as a benchmark for the building engineering research community, both nationally and internationally. This is further reinforced by the high standard of the keynote lectures delivered, the excellence of the invited speakers, and the strong level of interest generated by the activities developed throughout the event.

One of our main objectives has been to strengthen its international dimension. The participation of 63 universities, which have been able to showcase their research lines through the selected posters and communications, clearly reflects this commitment. Throughout the present year, this exhibition will also take on an itinerant character, visiting several of these international institutions and thereby expanding its academic and scientific impact.

I would like to conclude by expressing, on behalf of the School of Building Engineering of the Universitat Politècnica de València, our sincere gratitude to CEVISAMA for its continued support of this event, as well as our recognition of Professor José Ramón Albiol

Ibáñez and his entire team, whose rigorous and committed work has made this successful edition possible.

We now look ahead to EXCO 2026 with the same conviction that has brought us this far: the commitment to continuous improvement, growth and the sharing of knowledge. I am confident that it will once again exceed expectations and, once more, serve as an essential meeting point for all those who believe in building engineering as a driver of innovation, progress and service to society.

FOREWORD DIRECTOR EXCO'25

The Faculty of Building Engineering of the UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA - SPAIN, organized on February 24th to 28th, 2025, "The XXXIX Construction Technology Exhibition" EXCO'25 and the International Itinerant Exhibition "Research in Building Engineering" along year, at CEVISAMA - International Fair of Valencia - SPAIN.

Conferences are scheduled in UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA - SPAIN, the speakers are national and international of recognized prestige from Europe, Asia and America. These conferences are aimed at professionals and students of the UPV to broaden their knowledge and experiences.

EXCO'25 promotes the entrepreneurship of the young UPV generations, participation in conferences.

The International Itinerant Research Exhibition EXCO'25 has the collaboration of 63 Universities from America, Europe, Africa, Asia and Oceania. Promoting collaboration between institutions and professors at the international level.

It fosters interdisciplinary collaboration of the professor staff within the UPV with 63 International Universities; It has the participation of 9 departments and 8 research institutes of the UPV in EXCO'25.

The participating entities are:

1. *Universitat Politècnica de València, España.*
2. *Politecnico di Milano, Italia.*
3. *Mimar Sinan Fines Arts University, Istanbul, Turkey.*
4. *Nottingham Business School, England.*
5. *Vilnius Gediminas Technical University, Vilnius, Lithuania.*
6. *Universidad de Costa Rica*
7. *Università degli Studi di Basilicata, Matera, Italia.*
8. *Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, Cuba.*
9. *Università degli Studi Firenze, Italia*
10. *Università di Pavia, Italia.*
11. *Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture, Odessa, Ukraine*
12. *Università di Salerno, Italia.*
13. *Silesian University of Technology, Politechnika Śląska, Gliwice, Poland.*
14. *University of British Columbia, Vancouver, Canada.*
15. *Universidad de Alcalá de Henares, Madrid, España.*
16. *Florida A&M University, Florida, USA.*
17. *Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.*
18. *Universidad de la República (UdelaR) de Uruguay.*
19. *Universidad John F. Kennedy, Argentina.*
20. *Universidad de Castilla-La Macha, España.*
21. *Universidad de Granada, España.*
22. *Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli", Napoli.*
23. *Politecnico di Bari, Italia.*
24. *Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", Italia.*
25. *Hanze University of Applied Sciences, Groningen. Nederland.*
26. *Jade Hochschule Wilhelmshaven/Oldenburg, Germany.*
27. *New York University, Tandon School of Engineering. USA.*
28. *McGill University, Canada*
29. *Nanyang Technological University, Singapore.*
30. *University of New South Wales, Sydney, Australia.*

31. *Università di Pisa, Italia.*
32. *Universidad de Ibagué, Colombia.*
33. *Beijing Yong Shan Media Co., Ltd. Pekin*
34. *Università degli Studi dell'Aquila, Italia.*
35. *Universitat Jaume I, Castellón, España.*
36. *University of Applied Sciences and Arts of Southern Switzerland*
37. *Institut für Bau- und Infrastrukturmanagement /ETH Zürich*
38. *University North, Varaždin, Croacia*
39. *South Ukrainian National Pedagogical University, Odessa, Ukraine.*
40. *Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, Ukraine.*
41. *Universitat de València, Spain.*
42. *Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia*
43. *University of Cape Town, South Africa.*
44. *National University of Singapore.*
45. *TU Delft, The Netherlands.*
46. *Politecnico di Torino, Italy.*
47. *Wuhan University, Wuhan, China.*
48. *University of Oregon, USA.*
49. *City-University of Hong Kong.*
50. *Shenzhen University School of Architecture, Shenzhen, China.*
51. *Hokkaido University, Sapporo, Japan*
52. *Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.*
53. *Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.*
54. *Universidad Católica de Valencia. España.*
55. *Universidad UTE. Quito. Ecuador.*
56. *Universidad de Napoles Federico II, Napoles, Italy.*
57. *Telematic University Pegaso, Italy.*
58. *University of Guanajuato, México.*
59. *University of La Salle Bajío, México*
60. *Universidad Jesuita de Guadalajara, ITESO, México*
61. *Tecnológico de Monterrey. México.*
62. *MIT Massachusetts Institute of Technology. USA.*
63. *Gdańsk University of Technology, Poland.*

Thank you all for making EXCO possible.

All the best for EXCO'26!

Best Regards

Dr. José R. Albiol-Ibáñez

Vice Dean Digital Transformation, Business Cathedra & Entrepreneurship

Director EXCO'25

ETS Building Engineers - Building 1B

Camino de Vera S/N 46022 Valencia SPAIN

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

CHAPTER 1

ECONOMY

CAPÍTULO 1 ***ECONOMÍA***

SISTEMAS DE GESTIÓN DE EDIFICIOS, UN AVANCE MÁS EN LA EFICIENCIA DE LOS EDIFICIOS

BUILDING MANAGEMENT SYSTEMS (BMS), A FURTHER ADVANCE IN BUILDINGS' EFFICIENCY

Joaquín Fuentes-del-Burgo
Department of Civil and Building Engineering. Polytechnic School of Cuenca. Universidad de Castilla-La Mancha. Campus Universitario S/N, 16071 Cuenca, Spain. Senior Lecturer. Phd in Business Organization at UPV. E-mail: joaquin.fuentes@uclm.es

Elena Navarro-Astor
Department of Business Organization. School of Building Engineering. Universitat Politècnica de València. Senior Lecturer. Phd in Business Organization at UPV.

Abstract

The new European directives require, among their measures, the application of management systems that improve the energy efficiency of buildings, reducing their environmental impact throughout their life cycle. These directives and their transposition into national regulations and standards include the use of automation and control systems for installations. Building Management Systems (BMS) are a possible solution to these new conditions.

After conducting a literature review on these systems, this paper presents different definitions, describes their main characteristics, identifies the fields of application, as well as their benefits and the existing barriers to their implementation. It is highlighted that its application implies an increase in energy efficiency, a reduction in operation and maintenance costs, as well as an improvement in aspects such as safety, comfort and management of the operation of buildings.

Keywords

Building Automation and Control System (BACS), Building Efficiency, Building Management System (BMS), Energy Efficiency.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

SISTEMAS DE GESTIÓN DE EDIFICIOS, UN AVANCE MÁS EN LA EFICIENCIA DE LOS EDIFICIOS

BUILDING MANAGEMENT SYSTEMS (BMS), A FURTHER ADVANCE IN BUILDINGS EFFICIENCY

J. Fuentes-del-Burgo[1], E. Navarro-Astor[2,3]
Escuela Politécnica de Cuenca (UCLM)[1]; Universitat Politècnica de València[2]; ETS. Ingeniería de Edificación[3]

INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION

Los edificios modernos son entidades complejas formadas por numerosos subsistemas que incluyen, entre otros, la iluminación, las cargas eléctricas, la protección contra incendios, la seguridad y las instalaciones de ventilación y climatización. Con una gestión efectiva se puede controlar el impacto en el consumo energético de la edificación (Teraoka 2014). Tratando de mejorar la competitividad, los propietarios, diseñadores y desarrolladores de edificios se centran en entregarlos funcionalmente eficientes, para que satisfagan los requisitos de los usuarios incorporando innovaciones tecnológicas que aumenten su eficiencia operativa, mejorando su rendimiento y reduciendo sus costos operativos (Ogolla 2022).

La Unión Europea ha venido publicado directivas de eficiencia energética en edificios (Aguilar 2019) y, entre las estrategias propuestas, se encuentra la implantación los sistemas de automatización y control de edificios (Unión Europea 2023).

Modern buildings are complex entities consisting of numerous subsystems including lighting, electrical loads, fire protection, security, ventilation and air-conditioning systems, among others. By effectively managing them, the impact on the building's energy consumption can be controlled (Teraoka 2014). Aiming to improve competitiveness, building owners, designers and developers focus on delivering functionally efficient buildings to meet user requirements by incorporating technological innovations that increase their operational efficiency, improve their performance and reduce their operating costs (Ogolla 2022).

The European Union has been publishing directives on energy efficiency in buildings (Aguilar 2019) and, among the strategies proposed, is the implementation of building automation and control systems (European Union 2023).

OBJETIVOS

Tras la realización de una revisión bibliográfica, se presentan algunas definiciones y características de los Sistemas de Gestión de Edificios (Building Management Systems - BMS) o los Sistemas de Automatización y Control de Edificios (Building Automation and Control Systems - BACS).

OBJETIVES

Following a literature review, some definitions and characteristics of Building Management Systems (BMS) or Building Automation and Control Systems (BACS) are presented.

SISTEMA DE GESTIÓN DE EDIFICIOS (BMS) / BUILDING MANAGEMENT SYSTEM (BMS)

En la literatura se encuentran diferentes definiciones del término BMS con pequeñas diferencias. Para Ogolla (2022) un BMS es una combinación de sistemas instalados en un edificio para garantizar la facilidad de gestión y supervisión de sus componentes e instalaciones. Para Tatari (2022) se trata de un sistema de control que supervisa y controla los servicios mecánicos y eléctricos del edificio. En otras definiciones se amplía el concepto especificando que se trata de un sistema de control basado en ordenador para regular y supervisar los equipos mecánicos (como HVAC), los sistemas eléctricos del edificio (como la iluminación), incluyendo también los sistemas de seguridad y de protección contra incendios (Al-Mahdawi 2022; Meng 2023; Fahmy 2024).

Different definitions of the term BMS are found in the literature with slight differences. For Ogolla (2022) it is a combination of systems installed in a building to ensure ease of management and monitoring of its components and installations. For Tatari (2022) it is a control system that monitors and controls the mechanical and electrical services of the building. Other definitions expand the concept by specifying that it is a computer-based control system to regulate and monitor mechanical equipment (such as HVAC), building electrical systems (such as lighting), including also security and fire protection systems (Al-Mahdawi 2022; Meng 2023; Fahmy 2024).

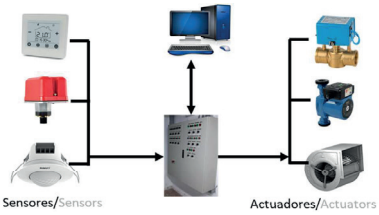


Imagen 1. Disposición básica de un BMS (Fuente: Elaboración propia a partir de Ogolla 2022) / Image 1. Basic layout of a BMS (Source: Own elaboration based on Ogolla 2022).



Imagen 2. Funcionamiento del sistema de gestión de edificios (Fuente: Elaboración propia a partir de Fahmy 2024) / Image 2. BMS operation (Source: Own elaboration based on Fahmy 2024).

Características básicas.

Un sistema BMS puede comenzar con una sola estación remota, unos sensores y unos actuadores, aunque puede ampliarse en cualquier momento añadiendo más estaciones remotas y conectándolas mediante una red de comunicación sencilla (Ogolla 2022) (Imagen 1)..

El proceso de control consta de tres pasos: primero, medir los datos, luego procesarlos con otra información y, finalmente, activar la acción de control. Esto implica un circuito de control formado por tres componentes principales: un sensor, un controlador y un dispositivo controlado (Imagen 2).

Basic characteristics.

A BMS system may start with a single remote station, sensors and actuators, but it can be expanded at any time by adding more remote stations and connecting them via a simple communication network (Ogolla 2022) (Image 1).

The control process consists of three steps: first, measuring the data, then processing it with other information, and finally triggering the control action. This involves a control circuit consisting of three main components: a sensor, a controller and a controlled device (Image 2).

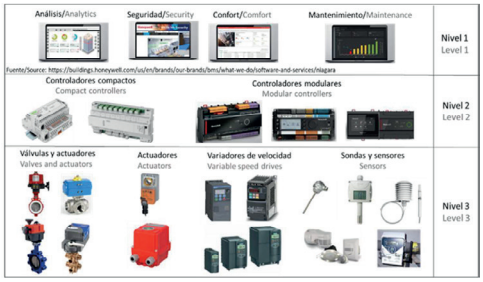


Imagen 3. Componentes de los diferentes niveles de un BMS (Fuente: Elaboración propia).
Image 3. Components of the different levels of a BMS (Source: Own elaboration).

Componentes de un BMS.

Está constituido por un conjunto de componentes de software y hardware distribuidos en cada nivel indicado en la Imagen 3. El hardware está formado por sensores, controladores y actuadores. En el Nivel 1 de gestión está la estación central, conectada con los controladores, también llamados estaciones remotas (Imagen 4).

En el Nivel 2 de proceso, el controlador procesa los datos del sensor, aplica la lógica de control implementada y genera una acción de salida. Los controladores forman el elemento principal del BMS, estando dotados de cierta inteligencia y autonomía.

En el Nivel 3, los sensores son los elementos periféricos que recogen datos sobre las condiciones existentes en el edificio de una forma precisa y repetible. Aquí también se encuentran los actuadores que ejecutan diversas acciones en el sistema y realizan funciones de control a través de salidas digitales y analógicas. La integración de todos los componentes se consigue con una red troncal que enlaza los elementos de los diferentes niveles (Imagen 4) (Wang 2010).

BMS components.

A BMS consists of a set of software and hardware components that are distributed in each of the levels shown in Image 3. The hardware consists of sensors, controllers and actuators. Management Level 1 is the central station, which is connected to the controllers, also called remote stations (Image 4).

In Level 2 processing, the controller processes the sensor data, applies the implemented control logic and generates an output action. Controllers form the core element of the BMS and are endowed with some intelligence and autonomy.

At Level 3 or field layer level, sensors are the peripheral elements that collect data on building conditions in an accurate and repeatable way. This level also includes actuators that perform various actions in the system and carry out control functions via digital and analogue outputs.

The integration of all components is achieved with a central network linking the elements of the different levels (Image 4) (Wang 2010).

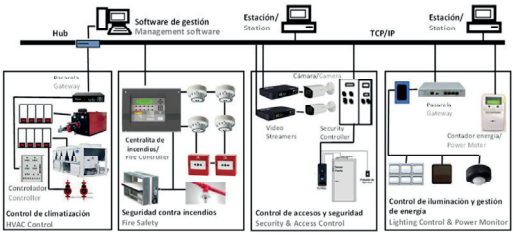


Imagen 4. Integración de un BMS (Fuente: Elaboración propia a partir de Wang 2010).
Image 4. An integrated intelligent building system (Source: Own elaboration based on Wang 2010).

Estándares de comunicación.

En el mercado existen muchos protocolos, estándares y programas diferentes que cubren diferentes instalaciones o aplicaciones (HVAC, iluminación, seguridad, etc.), como Profibus, XML, DALI, ModBus, BACnet y KNX (Fahmy 2024). En el caso de la transmisión inalámbrica de datos aparecen protocolos como NarrowBand, Zwave, EnOcean, Wi-Fi, Bluetooth, Zig-Bee, LoRa y Sigfox (Jamil 2017; Al-Mahdawi 2022; Ramalingam 2022; Tatari 2022). Una forma popular de integrar los productos de varios protocolos ha sido utilizar una pasarela (gateway) (Imagen 4).

Communication standards.

There are many different protocols, standards and programmes available in the market covering different installations or applications (HVAC, lighting, security, etc.), such as Profibus, XML, DALI, ModBus, BACnet and KNX (Fahmy 2024). In the case of wireless data transmission, protocols such as NarrowBand, Zwave, EnOcean, Wi-Fi, Bluetooth, Zig-Bee, LoRa and Sigfox appear (Jamil 2017; Al-Mahdawi 2022; Ramalingam 2022; Tatari 2022). A popular way of integrating products from various protocols has been to use a gateway to convert one protocol into another, mapping data points from one protocol to another (Wang 2010) (Image 4).

Beneficios y barreras del BMS.

Entre los beneficios de los BMS se encuentran que permiten un control, monitoreo y manejo uniforme y efectivo de todas las funciones de los equipos, facilitando las operaciones de mantenimiento, gestión y mejorando el rendimiento de los edificios. Entre las desventajas están la falta de recursos financieros, la desconfianza en la implementación de tecnologías nuevas y no probadas, la falta capacidad profesional para integrar y gestionar tecnologías, entre otras.

BMS benefits and barriers.

Among their benefits are that they enable uniform and effective control, monitoring and management of all equipment functions, facilitating maintenance and management operations, and improving building performance. There are disadvantages such as lack of financial resources for implementation, distrust in implementing new and unproven technologies, lack of professional capacity to integrate and manage smart technologies, between others.

CONCLUSIONES

La aplicación de los BMS surge ante la necesidad de reducir los costos energéticos en la operación de las edificaciones, además de dar una respuesta a las necesidades planteadas en las directivas europeas para reducir el impacto de las edificaciones en su ciclo de vida.

Los BMS constituyen un avance significativo en la tecnologización de los edificios, implementando sistemas que facilitan el control, la automatización y la gestión de sus instalaciones y servicios. Además de suponer una mejora sustancial en la eficiencia energética, comparada con edificaciones similares sin BMS, facilita las labores de mantenimiento, mejora aspectos como la seguridad, el confort y el uso del edificio. A pesar de los beneficios existen una serie de barreras a su implantación entre las que destacan su coste elevado, las dificultades de interoperabilidad entre componentes y protocolos, así como la falta de personal con formación adecuada para su empleo y aplicación.

CONCLUSIONS

The application of BMSs arises from the need to reduce energy costs in the buildings' operation, in addition to responding to the needs set out in European directives to reduce the impact of buildings in their life cycle.

BMSs represent a significant advance in the technologisation of buildings, as they implement systems that facilitate the control, automation and management of their installations and services. In addition to representing a substantial improvement in energy efficiency compared to similar buildings without BMS, they facilitate maintenance work, and improve aspects such as security, comfort and use of the building. However, there are also a number of barriers to their implementation, including their high cost, the difficulties of interoperability between components and protocols, as well as the lack of adequately trained personnel for their use and application.

SUSTAINABLE COMMUNITY DEVELOPMENT: ANALYZING THE IMPACT OF AI AND REVIT ON GREEN MATERIALS CONSTRUCTION

DESARROLLO COMUNITARIO SOSTENIBLE: ANÁLISIS DEL IMPACTO DE IA Y REVIT EN LA CONSTRUCCIÓN CON MATERIALES VERDES

Fabiola Colmenero Fonseca
Investigadora en el Dpto. Arquitectura diseño y comunicación; Universidad La Salle México, fabiola.colmenero@lasalle.mx. Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universidad Politécnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. University Institute of Materials Technology fcolfon@upvnet.upv.es

Alejandro Guzmán Ramírez
Investigador Universidad de Guanajuato, Departamento de Arquitectura. Av. Juárez 77. 36000 Guanajuato, Gto. México. e-mail: alejandroguzman06@gmail.com

Andrés Salas Montoya
Research Prof. Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.Civil Engineering Department, Carrera 27, 64-60, Manizales Colombia, 170001, e-mail: asalasmo@unal.edu.co

Javier Cárcel Carrasco
Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universitat Politècnica de València I España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fracarc1@csa.upv.es
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València I España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fracarc1@csa.upv.es

Rut Benavente Martínez
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València I España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia,Spain) E-mail: rutbmr@upvnet.upv.es

Abstract

Sustainable community development in vulnerable areas is strengthened by the use of advanced technologies such as Artificial Intelligence (AI) and the REVIT design platform, both of which are transforming urban construction and planning. This study analyzes the impact of these technologies on construction with green materials, focusing on the optimization of resources, the improvement of resilience and the sustainability of projects. Through the integration of AI algorithms and REVIT simulations, more resilient and efficient homes are designed, adapted to the socioeconomic and environmental challenges of the communities of the Coffee Region and other vulnerable regions. The interdisciplinary approach of the BIM (Building Information Modeling) methodology allows energy planning, the quantification of materials and the execution of projects from a sustainable perspective, contributing to the reduction of energy consumption and greenhouse gas emissions.

The study also highlights the importance of community acceptance in the process of implementing advanced technologies. The integration of biomaterials, such as bamboo, recycled wood and straw panels, has been positively received by the communities, who value the preservation of their traditions and the use of local resources, which reinforces the sense of belonging and trust in the projects. In addition, community participation in real-time monitoring and predictive maintenance has not only optimized energy performance, but also promoted a culture of local sustainability, improving comfort and prolonging the durability of buildings. The combination of AI, REVIT, and biomaterials has proven to be an effective tool for promoting resilience, economic development, and social inclusion, ensuring that vulnerable communities not only benefit from the technology, but also actively contribute to the creation of a more sustainable future.

Keywords: sustainable community development, artificial intelligence, Revit, green materials, sustainable innovation, biomaterials, circular economy, community acceptance, real-time monitoring.

Acknowledgments: The authors thank La Salle University Mexico and the Vice-Rectory for Research for their support in carrying out the project in Mexico. This publication is part of the R&D projects PID2021-128548OB-C21 and CNS2023-144190, funded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033 "ERDF A way to do Europe" and by the European Union "NextGenerationEU"/PRTR, respectively

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

DESARROLLO COMUNITARIO SOSTENIBLE: ANÁLISIS DEL IMPACTO DE IA Y REVIT EN LA CONSTRUCCIÓN CON MATERIALES VERDES

SUSTAINABLE COMMUNITY DEVELOPMENT: ANALYZING THE IMPACT OF AI AND REVIT ON GREEN MATERIALS CONSTRUCTION

Fabiola Colmenero Fonseca[1,2,3]; Alejandro Guzmán Ramirez[4]; Andrés Salas Montoya[5]; Javier Cárcel Carrasco[1,2], Rut Benavente Martinez[1,2]
Instituto de Tecnología de Materiales[1]; Universitat Politècnica de València[2]; Universidad La Salle[3]; Universidad de Guanajuato[4]; Universidad Nacional de Colombia sede Manizales[5]

INTRODUCCIÓN

El desarrollo comunitario sostenible en áreas vulnerables se ve fortalecido por el uso de tecnologías avanzadas como la Inteligencia Artificial (IA) y la plataforma de diseño REVIT, las cuales están transformando la construcción y planificación urbana. Este estudio analiza el impacto de estas tecnologías en la construcción con materiales verdes, enfocándose en la optimización de recursos, la mejora de la resiliencia y la sostenibilidad de los proyectos. A través de la integración de algoritmos de IA y simulaciones de REVIT, se diseñan viviendas más resistentes y eficientes, adaptadas a los desafíos socioeconómicos y medioambientales de las comunidades del Eje Cafetero y otras regiones vulnerables. El enfoque interdisciplinario de la metodología BIM (Building Information Modeling) permite la planificación energética, la cuantificación de materiales y la ejecución de proyectos desde una perspectiva sostenible, contribuyendo a la reducción del consumo energético y las emisiones de gases de efecto invernadero. La integración de biomateriales, como bambú, madera reciclada y paneles de paja, ha sido recibida positivamente por las comunidades, quienes valoran la preservación de sus tradiciones y el empleo de recursos locales, lo que refuerza el sentido de pertenencia y la confianza en los proyectos.

INTRODUCTION

Sustainable community development in vulnerable areas is strengthened by the use of advanced technologies such as Artificial Intelligence (AI) and the REVIT design platform, both of which are transforming urban construction and planning. This study analyzes the impact of these technologies on construction with green materials, focusing on the optimization of resources, the improvement of resilience and the sustainability of projects. Through the integration of AI algorithms and REVIT simulations, more resilient and efficient homes are designed, adapted to the socioeconomic and environmental challenges of the communities of the Coffee Region and other vulnerable regions. The interdisciplinary approach of the BIM (Building Information Modeling) methodology allows energy planning, the quantification of materials and the execution of projects from a sustainable perspective, contributing to the reduction of energy consumption and greenhouse gas emissions. The integration of biomaterials, such as bamboo, recycled wood and straw panels, has been positively received by the communities, who value the preservation of their traditions and the use of local resources, which reinforces the sense of belonging and trust in the projects.

OBJETIVOS

Este estudio tiene como objetivo principal fortalecer el desarrollo comunitario sostenible en áreas vulnerables mediante el uso de tecnologías avanzadas, como la Inteligencia Artificial (IA) y la plataforma de diseño REVIT. Se busca analizar cómo estas herramientas están transformando la construcción y planificación urbana, priorizando la sostenibilidad y la optimización de recursos. En particular, se evalúa el impacto de estas tecnologías en la construcción con materiales verdes, incluyendo bambú, madera reciclada y paneles de paja, para diseñar viviendas más resistentes, eficientes y adaptadas a los retos socioeconómicos y ambientales.

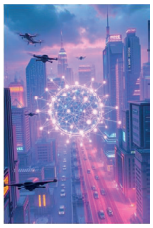


Imagen 1. Imagen de IA simulando transformación urbana
Image 1. AI image simulating urban transformation

Objectives

This study has as its main objective to strengthen sustainable community development in vulnerable areas through the use of advanced technologies, such as Artificial Intelligence (AI) and the REVIT design platform. It seeks to analyze how these tools are transforming urban construction and planning, prioritizing sustainability and resource optimization. In particular, the impact of these technologies on construction with green materials, including bamboo, recycled wood and thatched panels, is evaluated to design houses that are more resistant, efficient and adapted to socioeconomic and environmental challenges.



Imagen 2. Trabajo Interdisciplinario
Image 2. Interdisciplinary work

Enfoque Interdisciplinario / Interdisciplinary Approach

El equipo incluye Químicos, Físicos ingenieros de materiales, arquitectos, y expertos en sostenibilidad. Cada disciplina contribuye desde su campo, optimiza el diseño, sin comprometer la funcionalidad. Revit aporta con sus simulaciones y la metodología BIM (Building Information Modeling) los datos energéticos del diseño, así como su cuantificación y planeación para la ejecución del proyecto desde un enfoque sostenible. Los beneficios incluyeron una reducción en el consumo energético durante la producción de materiales y una disminución en las emisiones de gases de efecto invernadero.

The team includes chemists, physicists, materials engineers, architects, and sustainability experts. Each discipline contributes from its field, optimizing the design, without compromising functionality. Revit provides with its simulations and BIM (Building Information Modeling) methodology the energy data of the design, as well as its quantification and planning for the execution of the project from a sustainable approach. The benefits included a reduction in energy consumption during the production of materials and a decrease in greenhouse gas emissions.

Green Passport



Imagen 3. Propiedades de los materiales (green pasport)
Image 3. Material properties (green pasport)

IA Y REVIT / IA AND REVIT

Revit como una herramienta BIM y su configuración de materiales permite evaluar el rendimiento energético del edificio durante la fase de diseño mediante modelos tridimensionales geométricos que contienen la información del material y su configuración térmica, la IA se combina para potenciar las simulaciones y analiza la eficiencia a partir de datos históricos, los Algoritmos hacen recomendaciones para el mejor desempeño del diseño y así reducir el consumo energético en tiempo real.

Revit as a BIM tool and its configuration of materials allows to evaluate the energy performance of the building during the design phase through geometric three-dimensional models that contain the information of the material and its thermal configuration, the AI is combined to enhance the simulations and analyzes the efficiency from historical data, the Algorithms make recommendations for the best performance of the design and thus reduce energy consumption in real time



Imagen 6. Interface de Trabajo Revit , y la IA
Image 6. Revit Work Interfaces, and AI

Estudio Experimental / Experimental Study

El estudio analiza como la tecnología ayuda a las comunidades mediante un sistema de apoyo avanzado, para la optimización de recursos mediante lo siguiente:

Propiedades de los materiales
Se analizan y estudian las propiedades de los materiales del sitio para asegurar análisis energético eficiente además de su resistencia y durabilidad.

Georreferenciación: Localización de materiales mediante harvest Map.

Integración multidisciplinaria: Se integran equipos colaborativos diversas diciplinas para analizar y compartir información de manera simultánea asegurando la Calidad del diseño y los materiales propios del lugar.

Modelado en Revit: Dentro de Revit, se realizan simulaciones para estimar el rendimiento energético de un edificio, considerando elementos como la iluminación natural, el consumo de energía, la ventilación y la calefacción. Revit se integra con motores de análisis en tiempo real, además de los sistemas IA y Redes Neuronales que permiten ajustar el diseño para maximizar la eficiencia del edificio.

Evaluación optimización de Diseño: Facilita el análisis de sensibilidad para comprender el impacto de los materiales y el diseño. Permite simular diversos escenarios y evaluar las decisiones del proyecto, así como optimizar el diseño desde la eficiencia y rentabilidad energética encaminada a la sostenibilidad.

The study analyzes how technology helps communities through an advanced support system, for the optimization of resources through the following:

Material properties: The properties of the site's materials are analyzed and studied to ensure energy-efficient analysis as well as their strength and durability.

Georeferencing: Locating materials using harvest map.

Multidisciplinary integration: Diverse collaborative teams are integrated to analyze and share information simultaneously, ensuring the quality of the design and the materials of the place.

Modeling in Revit: Within Revit, simulations are performed to estimate the energy performance of a building, considering elements such as natural lighting, energy consumption, ventilation, and heating. Revit integrates with real-time analytics engines, as well as AI systems and Neural Networks that allow you to adjust the design to maximize building efficiency.

Design Optimization Evaluation: Facilitates sensitivity analysis to understand the impact of materials and design. It allows simulating various scenarios and evaluating project decisions, as well as optimizing the design from energy efficiency and profitability aimed at sustainability.

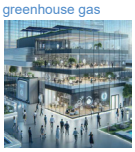


Imagen 7. IA en Edificos
Image 7 AI in Buildings

Optimización de la Inteligencia Artificial (IA)

La Inteligencia Artificial (IA) está revolucionando la construcción al optimizar recursos, realizar simulaciones energéticas y predecir comportamientos estructurales, aunque su potencial aún no se ha explotado por completo. Mediante algoritmos predictivos y automatización, es posible diseñar edificios más eficientes y sostenibles, adaptados a diversas condiciones climáticas y geográficas. Además, la integración de sensores permite el monitoreo en tiempo real y el mantenimiento preventivo, optimizando el rendimiento energético, reduciendo costos y mejorando el confort de los ocupantes, lo que prolonga la vida útil de las infraestructuras.



Imagen 8. Edificio Monitoreado por IA
Image 8 AI Monitored Building

Artificial Intelligence (AI) Optimization

Artificial Intelligence (AI) is revolutionizing construction by optimizing resources, performing energy simulations, and predicting structural behaviors, although its potential has yet to be fully exploited. Through predictive algorithms and automation, it is possible to design more efficient and sustainable buildings, adapted to various climatic and geographical conditions. In addition, the integration of sensors allows real-time monitoring and preventive maintenance, optimizing energy performance, reducing costs and improving occupant comfort, which extends the useful life of infrastructures.

EJEMPLOS DE IMPLEMENTACION



Imagen 9. Ejemplos de a implementación en talleres o Workshop en la UNAL sede Manizales y México.
Image 9 Examples of and implementation in workshops or Workshop at UNAL headquarters Manizales and Mexico

Geolocalización / Geolocation

La matera prima se obtiene mediante geolocalización en herramientas como Harvest Map, ayuda a localizar materiales en un entorno geográfico especifico, para utilizarlo como materia prima para crear un material para la construcción.

The raw material is obtained through geolocation in tools such as Harvest Map, it helps to locate materials in a specific geographical environment, to use it as raw material to create a material for construction.

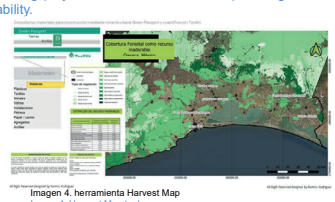


Imagen 4. herramienta Harvest Map
Image 4. Harvest Map tool

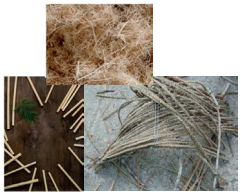


Imagen 5. Biomateriales para la construcción
Image 5. Biomaterials for construction

Biomateriales / Biomaterials

Los biomateriales ofrecen múltiples ventajas para la construcción, son sostenibles, aislantes y económicos en muchos casos que los tradicionales. Su uso contribuye a la reducción de residuo y fomenta la economía circular promoviendo un ciclo de vida más sustentable en los edificios. Como son el Bambu, madera reciclada, paneles de paja entre otros y su implementación esta creciendo en proyectos sostenibles a nivel mundial.

Biomaterials offer multiple advantages for construction, they are sustainable, insulating and economical in many cases than traditional ones. Its use contributes to the reduction of waste and promotes the circular economy by promoting a more sustainable life cycle in buildings. Such as Bamboo, recycled wood, straw panels, among others, and their implementation is growing in sustainable projects worldwide.

CONCLUSION / Conclusion

El uso de tecnologías como la Inteligencia Artificial (IA) y REVIT tiene un impacto significativo en la mejora de la calidad de vida en comunidades vulnerables. Estas herramientas permiten el diseño de edificios más sostenibles y energéticamente eficientes, optimizando recursos, reduciendo el impacto ambiental y disminuyendo costos operativos a largo plazo. La integración interdisciplinaria en la planificación y evaluación de materiales asegura diseños optimizados y funcionales, capaces de enfrentar desafíos actuales y futuros. Además, el empleo de IA, sensores georreferenciados y el análisis de procesos físico-químicos impulsa la innovación en la construcción, transformando el diseño y mejorando la sostenibilidad, eficiencia y resiliencia de las infraestructuras. The use of technologies such as Artificial Intelligence (AI) and REVIT has a significant impact on improving the quality of life in vulnerable communities. These tools allow the design of more sustainable and energy-efficient buildings, optimizing resources, reducing environmental impact and reducing operating costs in the long term. Interdisciplinary integration in materials planning and evaluation ensures optimized and functional designs, capable of meeting current and future challenges. In addition, the use of AI, georeferenced sensors and the analysis of physical-chemical processes drives innovation in construction, transforming design and improving the sustainability, efficiency and resilience of infrastructures

Referencias Bibliografías:
Park, J., & Kim, H. (2021). Artificial intelligence in sustainable building design: Integrating REVIT and green materials passport. Automation in Construction, 103523. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103523
Oliveira, T., & Silva, M. (2020). Resilient architecture and green material passport systems: A framework for vulnerable communities. Sustainable Cities and Society, 102395. https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102395
Li, X., & Wang, Y. (2022). AI-driven innovation for resilient urban development in vulnerable communities. Journal of Urban Technology, 29(1), 2047983. https://doi.org/10.1080/10630732.2022.2047983
Zhang, Z., & Choi, S. (2019). REVIT-based green building information modeling for sustainable materials. Building and Environment, 55, 265-280.
Nguyen, T., & Patel, R. (2022). Resilience and innovation in architectural design: Leveraging AI and REVIT for green construction in vulnerable areas. Sustainable Development, 30(4), 2271. https://doi.org/10.1002/sd.2271

APLICACIÓN DEL LAST PLANNER SYSTEM EN UNA EMPRESA CONSTRUCTORA DE KAZAJISTÁN: UN ANÁLISIS DAFO

LAST PLANNER SYSTEM IMPLEMENTATION IN A CONSTRUCTION COMPANY IN KAZAKHSTAN: A SWOT ANALYSIS

Diana Sadvokassova
Polytechnic School of Cuenca. Universidad de Castilla-La Mancha. Campus Universitario S/N, 16071 Cuenca, Spain. Building Engineer. E-mail: dianaa.sadvokassova@gmail.com

Nelia Valverde-Gascueña
Department of Civil and Building Engineering. Polytechnic School of Cuenca. Universidad de Castilla-La Mancha. Campus Universitario S/N, 16071 Cuenca, Spain. Associate Professor. Phd at UCLM. E-mail: nelia.valverde@uclm.es

Joaquín Fuentes-del-Burgo
Department of Civil and Building Engineering. Polytechnic School of Cuenca. Universidad de Castilla-La Mancha. Campus Universitario S/N, 16071 Cuenca, Spain. Senior Lecturer. Phd in Business Organization at UPV. E-mail: joaquin.fuentes@uclm.es

Elena Navarro-Astor
Department of Business Organization. School of Building Engineering. Universitat Politècnica de València. Senior Lecturer. Phd in Business Organization at UPV. E-mail: enavarro@omp.upv.es

Abstract

This poster analyses the current state of Last Planner System (LPS) implementation, a planning method based on Lean Construction, in a construction company in Kazakhstan. Through a qualitative analysis of interviews with six professionals with different responsibilities in the company, using the QDA Miner Lite software, the effectiveness of its application in practice is assessed.

Based on the results of the qualitative study, a SWOT analysis is carried out to identify the particularities of LPS application in the company and the key factors for its successful implementation. The LPS has proven to be an effective tool for improving project planning and execution, as well as a catalyst for a cultural change towards efficiency and continuous improvement.

Keywords

Kazakhstan, Last Planner System (LPS), Qualitative analysis, SWOT analysis.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

APLICACIÓN DEL LAST PLANNER SYSTEM EN UNA EMPRESA CONSTRUCTORA DE KAZAJISTÁN: UN ANÁLISIS DAFO

LAST PLANNER SYSTEM IMPLEMENTATION IN A CONSTRUCTION COMPANY IN KAZAKHSTAN: A SWOT ANALYSIS

D. Sadvokassova[1], N. Valverde-Gascueña[1], J. Fuentes-del-Burgo[1], E. Navarro-Astor[2,3]
Escuela Politécnica de Cuenca (UCLM)[1]; Universitat Politècnica de València[2]; ETS. Ingeniería de Edificación[3]

INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción está experimentando grandes cambios que afectan directamente a las economías de los países, aumentando la competencia y la demanda de calidad, por lo que requiere la adaptación de métodos, conceptos y tecnologías desde la producción hasta la obra (Wambeke 2011). La organización del proceso de construcción, según los principios del *Lean* Construction, es cada vez más importante y demandada en la práctica moderna de la construcción. Se trata de un enfoque destinado a reducir las pérdidas, aumentar la eficiencia en la utilización de los recursos y mejorar la calidad del producto final (Mossman 2019). El *Last Planner System* (LPS) utiliza los principios de *Lean Construction* introduciendo técnicas de planificación y gestión para mejorar la previsibilidad, la fiabilidad, el control y la productividad de los proyectos de construcción (Ballard 2019).

La industria de la construcción es uno de los sectores clave y de rápido crecimiento de la economía kazaja, suponiendo el 6,2% del PIB del país en 2021. El sector privado desempeña el papel principal, representando la mayor parte del volumen de obras realizadas (Kaliyev 2023; Mendigaliyev 2023) (Imagen 1). En este contexto, BI Group una de las principales empresas de promoción inmobiliaria de Kazajistán, comenzó a introducir las prácticas y la cultura Lean en 2015 como estrategia para mejorar su sistema productivo.

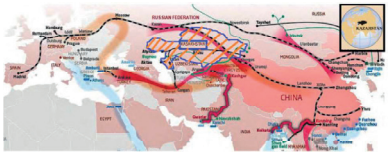


Imagen 1. Kazajistán en Eurasia (Adaptada de Martinelli 2023)
Image 1. Kazakhstan in Eurasia (Adapted from Martinelli 2023).

INTRODUCTION

The construction industry is undergoing major changes that directly affect the countries' economies, increasing competition and demand for quality, which requires the adaptation of methods, concepts and technologies from production to the construction site (Wambeke 2011). In modern construction practice, the organisation of the construction process in accordance with Lean Construction principles is becoming increasingly important and in demand. It is an approach aimed at reducing losses, increasing efficiency in the use of resources and improving the quality of the final product (Mossman 2019). The Last Planner System (LPS) uses Lean Construction by introducing planning and management techniques to improve construction project predictability, reliability, control and productivity (Ballard 2019).

The construction industry is one of the key and fast-growing sectors of the Kazakh economy, accounting for 6.2% of the country's GDP in 2021. The private sector plays the leading role, representing the largest share of the volume of works carried out (Kaliyev 2023; Mendigaliyev 2023) (Image 1). In this context, BI Group, one of Kazakhstan's leading real estate development companies, started introducing Lean practices and culture around 2015 as a strategy to improve its production system.

OBJETIVO

Explorar, mediante análisis DAFO, los factores relacionados con la aplicación de LPS en una empresa constructora de Kazajistán.

AIM

To explore, through SWOT analysis, the factors related to the LPS application in a construction company in Kazakhstan.

METODOLOGÍA / METHODOLOGY

El trabajo ha utilizado una metodología de investigación cualitativa (Shang 2014). Se realizaron entrevistas estructuradas sobre la implantación de LPS a empleados de una empresa constructora (Tabla 1) y se analizaron con el software QDA Miner Lite. El análisis DAFO de las respuestas permitió evaluar el impacto de LPS en la empresa (Imagen 2).

The research used a qualitative research methodology (Shang 2014). Six structured interviews were conducted with personnel from a construction company (Table 1) and were analysed with QDA Miner Lite software. The SWOT analysis of the responses allowed assessing the impact of LPS in the company (Image 2).

Tabla 1. Característica de la muestra / Table 1. Sample characteristics.

VARIABLE	Participant 1	Participant 2	Participant 3	Participant 4	Participant 5	Participant 6
Sexo /Sex	Mujer / Female	Mujer / Female	Hombre / Male	Hombre / Male	Hombre / Male	Hombre / Male
Edad / Age	36	33	41	47	41	34
Puesto/ Post	Jefe del Departamento de Planificación y Control de Programación/ Head of Planning and Programming Control Department	Ingeniera de Soporte Técnico, Jefa de Proyecto/ Technical Support Engineer, Project Manager	Ingeniero Jefe/ Chief Engineer	Director de Construcción/ Construction Manager	Jefe de Obra/ Construction Site	Ingeniero de Control de Calidad/ Quality Control Engineer

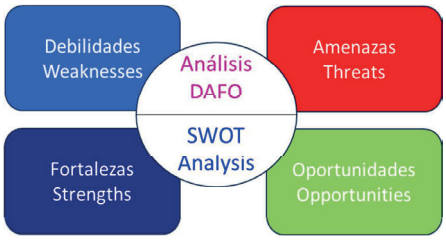


Imagen 2. Análisis DAFO (Fuente: Elaboración propia)
Image 2. SWOT analysis (Source: Own elaboration).

RESULTADOS / RESULTS

El análisis DAFO muestra que la implantación de LPS ha desempeñado un papel importante en la mejora de los procesos de planificación, control del tiempo y calidad de ejecución de los proyectos de construcción. El sistema ha permitido a la empresa reforzar su reputación de contratista fiable y aumentar la previsibilidad de la finalización de las tareas. A pesar de las fortalezas y oportunidades que posibilita el LPS, también hay que resaltar amenazas como los riesgos de coordinación con los subcontratistas y debilidades asociadas a la resistencia al cambio que ha generado una notable oposición a su implementación o las dificultades de aprendizaje (Imagen 3).

The SWOT analysis shows that the implementation of LPS has played a significant role in improving the planning, time control and quality of execution processes of construction projects. The system has enabled the company to reinforce its reputation as a reliable contractor and increase the predictability of task completion. Despite the strengths and opportunities that LPS enables, it is also necessary to highlight threats such as the risks of coordination with subcontractors and weaknesses associated with resistance to change that has generated considerable opposition to its implementation, or learning difficulties (Image 3).

D / W

DEBILIDADES / WEAKNESSES

- Resistencia al cambio / Resistance to change.
- Dificultades de aprendizaje / Learning difficulties.
- Altos costes iniciales de formación y herramientas / High initial costs for training and tools.

AMENAZAS / THREATS

- Riesgos externos: Condiciones climáticas y desafíos logísticos / External risks: Climatic conditions and logistical challenges.
- Riesgos de coordinación con subcontratistas / Coordination risks with subcontractors.
- Necesidad de inversión continua / Need for continuous investment.

A / T

F / S

FORTALEZAS / STRENGTHS

- Mejora de la calidad / Quality improvement.
- Control de plazos / Deadline control.
- Transparencia y responsabilidad del equipo / Transparency and team accountability.
- Toma de decisiones descentralizada / Decentralised decision-making.

OPORTUNIDADES / OPPORTUNITIES

- Integración digital de LPS con sistemas de gestión de proyectos modernos / Digital Integration LPS with modern project management systems.
- Mayor competitividad / Enhanced competitiveness.
- Mejor colaboración/ Improved collaboration.
- Adaptabilidad al cambio / Adaptability to change.
- Mayor flexibilidad / Greater Flexibility.

O / O

Imagen 3. Resultados del análisis DAFO (Fuente: Elaboración propia) / Image 3. SWOT analysis results (Source: Own elaboration).

CONCLUSIONES

- El análisis DAFO realizado sobre la implementación de LPS en la empresa revela un conjunto de factores internos y externos que impactan en la efectividad de su aplicación.
- El LPS no solo representa una herramienta efectiva para mejorar la planificación y ejecución de proyectos, sino que también actúa como un catalizador para un cambio cultural hacia la eficiencia y la mejora continua.
- La introducción del LPS en el sector de la construcción de Kazajistán sugiere que su adopción generalizada podría llevar a una mejora considerable en la productividad y la satisfacción del cliente.

CONCLUSIONS

- The SWOT analysis carried out on LPS implementation in the company reveals a set of internal and external factors that impact the effectiveness of its application.
- LPS not only represents an effective tool for improving project planning and execution, but also acts as a catalyst for a cultural shift towards efficiency and continuous improvement.
- The introduction of LPS in the Kazakhstan construction sector suggests that its widespread adoption could lead to considerable improvements in productivity and customer satisfaction.

BIBLIOGRAFÍA / BIBLIOGRAPHY

- Ballard G, Howell G. «An update on the last planner.» *Proceedings of the 11th Annual Conference of the International Group for Lean Construction* (2019).
- Kaliyev FM. «Kazajistán en cifras. Astana 2023.» *Agencia de Planificación Estratégica y Reformas de la República de Kazajistán Oficina Nacional de Estadística* (2023). Extraído el 15 de Septiembre de 2024 de https://stat.gov.kz/upload/iblock/415/pf3qjaji2uwxqj74g3s0ub1brq1t7ecc/%D0%A1-06-%D0%93%20(2020-2022)%20%D1%80%D1%83%D1%81.pdf
- Martinelli, MA. «El resurgimiento de Eurasia lidera la transición a un nuevo mapa de poder mundial». *Estudios Avanzados*, (38) (2023): 83-100.
- Mendigaliyev KY. «Current state of the construction industry of the republic of Kazakhstan: Descriptive analysis.» *Bulletin of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*, Vol. 5. N. 405 (2023): 484-494.
- Mossman A. «Last Planner®: 5 + 1 crucial y collaborative conversations for predictable design y construction delivery.» *The Change Business Ltd, UK*, 26, (2019): 77-97. Extraído el 17 de Julio de 2024 de https://shorturl.at/fNuCx
- Gao S, Low SP. «The Last Planner System in China's construction industry—A SWOT analysis on implementation.» *International Journal of Project Management* 32(7) (2014): 1260-1272.
- Wambeke BW, Hsiang SM, Liu M. «Causes of variation in construction project task starting times and duration.» *Journal of Construction Engineering and Management* 137(9) (2011): 663-677.

RELACIÓN ENTRE LA INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO Y LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO.

RELATIONSHIP BETWEEN MAINTENANCE ENGINEERING AND KNOWLEDGE MANAGEMENT.

Javier Cárcel Carrasco
Catedrático de Universidad. Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universitat Politècnica de València. España. Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fracarc1@csa.upv.es
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València. España. Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fracarc1@csa.upv.es

Fabiola Colmenero Fonseca
Investigadora en el Dpto. Arquitectura diseño y comunicación; Universidad La Salle México, fabiola.colmenero@lasalle.mx. Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universidad Politécnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. University Institute of Materials Technology fcolfon@upvnet.upv.es

Ramiro Rodríguez Pérez
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: rrodper@doctor.upv.es/Research Prof. Tecnologico Nacional de México ITechnological Institute of Ciudad Guzmán. Department of Earth Sciences Architecture. Av. Tecnológico 100, Mpio. de Zapotlan el Grande, Jalisco, Mexico C.P. 49000 Mexico. e-mail: ramiro.rp@cdguzman.tecnm.mx

José Ramón Albiol-Ibáñez
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València, Assistant Professor, Materials Engineer, Building Engineer, Master in Concrete Engineering, PhD Engineering of the Construction and Environmental Management by the UPV. Dr.h.C. by Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture. E-mail: joalib1@csa.upv.es

Abstract

Effective maintenance management is one of the crucial activities of most companies with physical assets. Efforts aimed at optimizing its operation are therefore logical, involving both human and technical resources for this purpose. Even so, the engineer and plant technicians continue to detect many problems and defects in the systems, models, techniques and procedures implemented, especially those related to a fluid transmission of experience and knowledge, sometimes forgotten, others retained by specialists and, in any case, insufficiently formalized or "protocolized". The knowledge we can acquire about the behavior of a physical system is mainly based on the acquisition and evaluation of two types of information, quantitative (by measurement instruments) and qualitative (acquired by humans). This is an awareness of the value that these approaches and developments have for plant maintenance technicians and specialists.

Keywords: Maintenance Engineering, Knowledge Management, Energy Efficiency, System Reliability

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

RELACIÓN ENTRE LA INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO Y LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO.

RELATIONSHIP BETWEEN MAINTENANCE ENGINEERING AND KNOWLEDGE MANAGEMENT.

Javier Cárcel-Carrasco[1,2] Fabiola Colmenero Fonseca[1,3] Ramiro Rodríguez Pérez [1,2] José Ramón Albiol Ibañez [1]
Universitat Politècnica de València. Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España [1] . Inst. U. Tecnología Materiales [2]. Universidad Lasalle México [3]

INTRODUCCIÓN

La gestión efectiva del mantenimiento supone una de las actividades cruciales de la mayor parte de las empresas con activos físicos. Son por ello lógicos los esfuerzos orientados a optimizar su funcionamiento, involucrando para tal fin tanto a medios humanos como técnicos. Aún así, el ingeniero y los técnicos de planta siguen detectando muchos problemas y defectos de los sistemas, modelos, técnicas y procedimientos implementados, muy especialmente los relativos a una fluida transmisión de la experiencia y de los conocimientos, unas veces olvidados, otros retenidos por los especialistas y, en todo caso, insuficientemente formalizados o "protocolizados". El conocimiento que podemos adquirir acerca del comportamiento de un sistema físico se fundamenta principalmente en la adquisición y valoración de dos tipos de información, cuantitativa (por instrumentos de medición) y cualitativa (adquirida por humanos) (figura 1 y 2). Se es así consciente del valor que, para los técnicos y especialistas del mantenimiento de planta, poseen estos planteamientos y desarrollos.

INTRODUCTION

Consequently, the effective management of the maintenance is one of activities crucial for most of the companies with physical assets. Efforts are therefore logical to optimize its performance, engaging for this purpose both human and technical resources. Even so, the engineer and plant technicians continue detecting many problems and defects in systems, models, techniques and procedures implemented, particularly those relating to a fluid transmission of experience and knowledge, sometimes forgotten, others retained by specialists and, in any case, insufficiently formalised or "protocolized". The knowledge that we acquire about the behavior of a physical system is based mainly on the acquisition and evaluation of two types of information, qualitative and quantitative (by measuring instruments) (acquired by humans) (Figure 1 and 2). Is well aware of the value that, for technicians and specialists of the plant maintenance, have these approaches and developments.

PROBLEMAS EN LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN LA INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO

Algunos de los problemas más frecuentes y críticos (y que en gran medida vienen por la incorrecta gestión del conocimiento), con los que los especialistas y técnicos de mantenimiento se encuentran son:
Cambios de personal de la plantilla. Poca experiencia de los operarios. Falta de información de medidas a tomar y pasos a seguir ante ciertas averías o incidencias. Dependencia del conocimiento y experiencia tácita de los operarios. Históricos de avería y análisis de causas imperfectos. Desorganización de la información acerca de las instalaciones y equipos. Carencia de sistemas de aprendizaje y reciclaje del personal.
Habiendo considerado los costes de inoperatividad o ineficiencia, que suponen a la empresa el incorporar nuevos operarios a los equipos de mantenimiento, es necesario destacar además otros costes inducidos.
Estos costes inducidos se derivan de la incapacidad del operario de resolver una avería crítica en un momento determinado. Estas averías críticas, a diferencia de las averías no críticas, se diferencian en que éstas suponen un coste elevado a la empresa como, por ejemplo, la paralización de la producción o el servicio hasta que no se subsane dicha avería

PROBLEMS IN THE MANAGEMENT OF KNOWLEDGE IN MAINTENANCE ENGINEERING

Some of the most common and critical problems (and coming to a large extent by the improper management of the knowledge), with those who are specialists and maintenance technicians are:
▪The staff changes. Inexperienced operators. Lack of information on measures to be taken and steps to be followed before certain breakdowns or incidents. Dependence of knowledge and tacit experience of operators. Historical breakdown and analysis of causes imperfect. Disorganization of information about facilities and equipment. Lack of learning and the personal recycling systems.
Having regard to the costs of failures or inefficiency, posed to the company by adding new operators to equipment maintenance, it is necessary to mention also other induced costs.
These induced costs arise from the failure of the operator to solve a critical fault in a given time. These critical faults, as opposed to non-critical faults, differ in that these pose a cost elevated to the company as, for example, the cessation of production or service until it is not rectified the fault

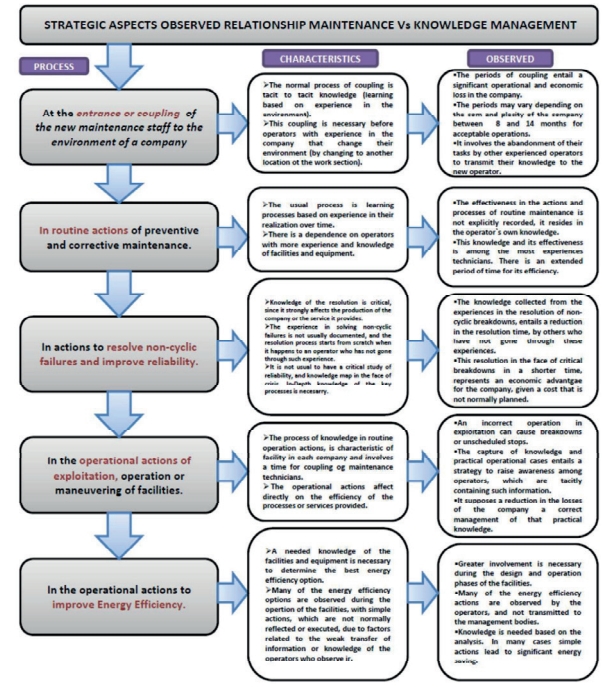


Figura 3. Planteamiento y objetivos para adecuada gestión del mantenimiento. Figure 3. Approach and objectives for management of the maintenance

APPROACH AND OBJECTIVES FOR MANAGEMENT OF THE MAINTENANCE

This challenge to the management of the intangible, has been accepted in the case of large companies internationally, to capture the intellectual asset, in reference to the product that sold such as Dow Chemical Company, Arthur Andersen or Hughes Space Company, However this challenge is widely ignored by small or medium-sized enterprises of local or national. Case to retrieve this information, or tacit knowledge, and define how to measure and predict this transfer of knowledge, could be used as a system to provide a self-learning, with a catchment of that information that has great importance in the operation of the company, achieving a reduction of the times of coupling of new staff, a reduction and improvement in the actions before failures cyclical and non cyclical, a greater knowledge of the set of systems, which will lead to of collateral way the improvement of all actions of maintainability and efficiency, and a reduction in the risk in the enterprise (this being a tangible value, most other intangibles such as the loss of image, etc.). All of this would result in a cost reduction and a greater operability and, therefore, greater profitability and productivity at the company. With adequate knowledge management would be avoided most of the problems mentioned above (Figure 3).
Is therefore essential to integrate all actions involved in the management of knowledge in relation to the activity of maintenance (Figure 4), and the improvement actions that affect to different procedures, taking into account the social conditions due to the staff involved, the conditions of reliability and energy efficiency, as well as the opportunities of economic improvement or service that would occur in the company to treat

CONCLUSIONES

En la ingeniería del mantenimiento intervienen muchos factores, siendo uno de los fundamentales el factor humano que interviene. Este efecto humano afecta profundamente en la resolución de averías y acciones de mantenimiento. Por ello es preciso marcar la relevancia de la gestión del conocimiento en la ingeniería del mantenimiento, con el fin de optimizar las acciones y mejorar la eficiencia de los edificios e instalaciones.

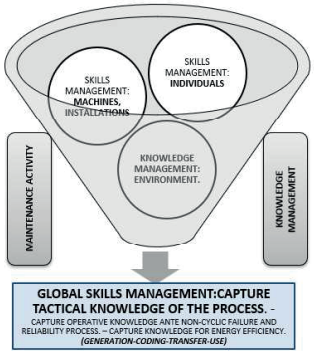


Figura 1. Gestión global del mantenimiento. Figure 1. Kantian approach to maintenance activity in relation to the K.M.

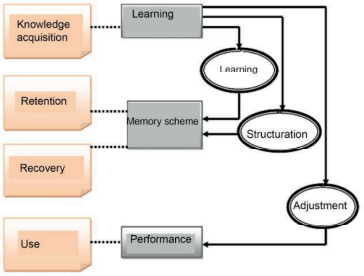


Figura 2. Circulo de mejora continua de Deming. Figure 2. Knowledge understanding framework in the maintenance activity

PLANTEAMIENTO Y OBJETIVOS PARA ADECUADA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

Este desafío de la gestión de lo intangible, ha sido aceptado en el caso de grandes empresas de ámbito internacional, para capturar el activo intelectual, en referencia al producto que comercializan tales como Dow Chemical Company, Arthur Andersen o Hughes Space Company, sin embargo dicho reto es ampliamente ignorado por las pequeñas o medianas empresas de ámbito local o nacional. Caso de poder recuperar esta información o conocimiento tácito, y definir la manera de medir y prever esta transferencia de conocimiento, se podría utilizar como sistema para proporcionar un autoaprendizaje, con una captación de esa información que tiene gran importancia en la explotación de la empresa, consiguiendo una reducción de los tiempos de acoplamiento del nuevo personal, una reducción y mejora en las acciones ante fallos cíclicos y no cíclicos, un mayor conocimiento del conjunto de los sistemas, que conllevará de manera colateral la mejora de todas las acciones de mantenibilidad y eficiencia energética, y una reducción del riesgo en la empresa (siendo este un valor tangible, más otros intangibles como puede ser la perdida de imagen, etc.). Todo esto conllevaría una reducción de costes y una mayor operatividad y, por tanto, una mayor rentabilidad y productividad a la empresa. Con una adecuada gestión del conocimiento se evitarían la mayoría de los problemas anteriormente mencionados (figura 3).
Es por ello fundamental integrar todas las acciones que intervienen en esa gestión del conocimiento en relación a la actividad de mantenimiento (Figura 4), y las acciones de mejora que afectan ante diferentes procedimientos, teniendo en cuenta las condiciones sociales debidas al propio personal que interviene, las condiciones de fiabilidad y eficiencia energética, así como las oportunidades de mejora económica o de servicio que se producirían en la empresa a tratar.

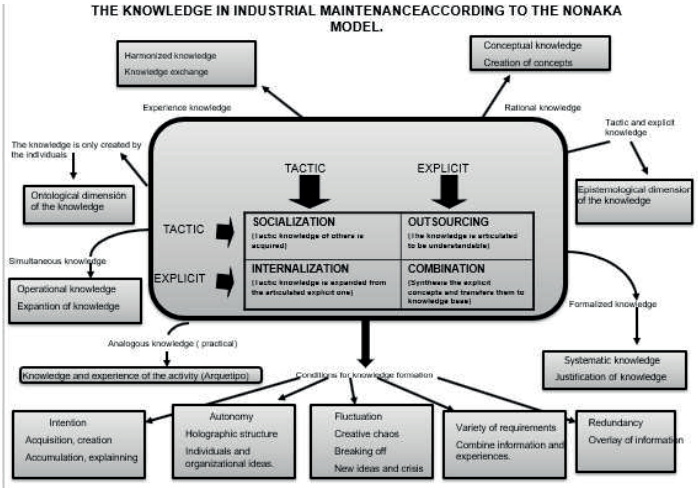


Figura 4. Integración de los aspectos tácticos en mantenimiento. Figure 4. Industrial knowledge according to Nonaka model. Source: own elaboration from (Nonaka, 1998a)

CONCLUSIONS

Maintenance engineering involves many factors, one of the fundamental human factor involved. This human effect profoundly affects the resolution of breakdowns and maintenance. For this reason it is necessary to check the relevance of the knowledge management in engineering maintenance, in order to optimize the actions and improve the efficiency of buildings and facilities.

MODELO DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO DEL MANTENIMIENTO BASADO EN LA FIABILIDAD, MANTENIBILIDAD Y EFICIENCIA ENERGÉTICA.

MAINTENANCE KNOWLEDGE MANAGEMENT MODEL BASED ON RELIABILITY, MAINTAINABILITY AND ENERGY EFFICIENCY.

Javier Cárcel Carrasco
Catedrático de Universidad. Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universitat Politècnica de València. España. Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fracarc1@csa.upv.es
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València. España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fracarc1@csa.upv.es

Andrés Salas Montoya
Research Prof. Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.Civil Engineering Department, Carrera 27, 64-60, Manizales Colombia, 170001, e-mail: asalasmo@unal.edu.co

Adolfo Preciado Quiroz
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores De Occidente (ITESO), Departamento del Hábitat y Desarrollo Urbano (DHDU). Tlaquepaque, Jalisco, México. E-mail: adolfopreciado@iteso.mx

Alejandro Guzmán Ramírez
Investigador Universidad de Guanajuato, Departamento de Arquitectura. Av. Juárez 77. 36000 Guanajuato, Gto. México. e-mail: alejandroguzman06@gmail.com

Abstract

The maintenance activity, as it is organized and due to its own specificity, fundamentally generates tacit knowledge based on experience, at levels much higher than the explicit, which is also recorded in a fragmented way. In general, there are mature workers, with a lot of experience due to the great specialization required and, in addition, a type of information that is poorly elaborated and weakly oriented to decision-making is produced.

The proposed system to be developed must try to integrate concepts and techniques of application to Maintenance, in order to respond to the problem of loss of experience, reduce action times and increase the efficiency of the maintenance service (in terms of operation, reliability and improvement of energy efficiency).

Keywords: Maintenance Engineering, Knowledge Management, Energy Efficiency, System Reliability

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

MODELO DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO DEL MANTENIMIENTO BASADO EN LA FIABILIDAD, MANTENIBILIDAD Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

MAINTENANCE KNOWLEDGE MANAGEMENT MODEL BASED ON RELIABILITY, MAINTAINABILITY AND ENERGY EFFICIENCY

Javier Cárcel-Carrasco[1], Andrés Salas Montoya [2] , Adolfo Preciado Quiroz [3] , Alejandro Guzmán Ramírez [4]
Universitat Politècnica de València. Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España [1] . Univ. Nacional de Colombia [2]. ITESO (Mexico)[3]. Universidad de Guanajuato (Mexico) [4]

INTRODUCCIÓN

La actividad de mantenimiento, tal y como está organizada y por su propia especificidad, genera fundamentalmente conocimiento tácito basado en la experiencia, a niveles muy superiores al explícito, que además se registra de forma fragmentada. En general, se cuenta con trabajadores maduros, con mucha experiencia debido a la gran especialización requerida y, además, se confecciona un tipo de información poco elaborada y débilmente orientada a la toma de decisiones.

El sistema propuesto (figura 1) debe tratar de integrar conceptos y técnicas de aplicación al Mantenimiento, con objeto de dar respuesta al problema de la pérdida de la experiencia, reducir los tiempos de actuación y aumentar la eficiencia del servicio de mantenimiento (ante la operación, fiabilidad y mejora de la eficiencia energética).

INTRODUCTION

The maintenance activity, as it is organized and due to its own specificity, fundamentally generates tacit knowledge based on experience, at levels much higher than the explicit, which is also recorded in a fragmented way. In general, there are mature workers, with a lot of experience due to the great specialization required and, in addition, a type of information that is poorly elaborated and weakly oriented to decision-making is produced.

The proposed system (Figure 1) must try to integrate concepts and techniques of application to Maintenance, in order to respond to the problem of loss of experience, reduce action times and increase the efficiency of the maintenance service (in terms of operation, reliability and improvement of energy efficiency).

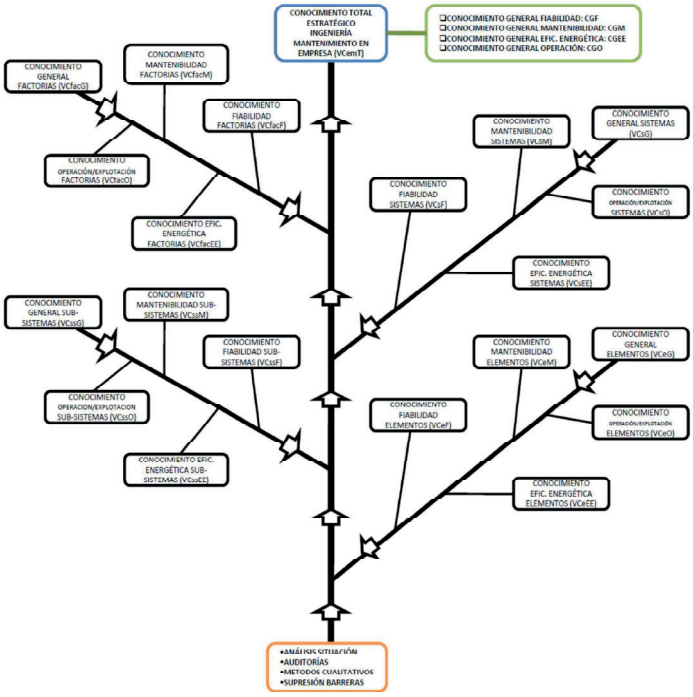


Fig. 2. Preparación Árbol del conocimiento de las infraesructuras en función de las acciones estratégicas
Fig. 2. Preparation Knowledge tree of infrastructures according to strategic actions

MAINTENANCE KNOWLEDGE MANAGEMENT MODEL

The knowledge management model applied to industrial maintenance was developed through three fundamental phases, from the identification of intangible and useful tangible knowledge, detecting the barriers to its implementation, the transformation of the intangible into the tangible, ending in the processes for the generation, production and use of knowledge (Figure 1). In a first fundamental phase, the value of intangible knowledge (tacit knowledge) is identified, as well as the situation of the existing tangible information (planimetry, reports, projects, manuals, etc.), in order to unravel or summarize the fundamental information in subsequent phases.

Subsequently, in a second phase, the procedures and strategies for the support of the KM model are formalized, where the intangible is transformed into the visible. This second phase requires an in-depth study, to extract the tacit knowledge implicit in the operational maintenance personnel, as well as the lightening of the explicit information that exists in the organization, in order to articulate the technological platform that will support the knowledge container. In the third phase, the KM system is established and continued, supporting the generating elements with the capture of strategic knowledge and strengthening learning environments and communities of practice.

Knowledge has been structured from the general to the particular (Figure 2) and according to the four strategic aspects it performs: reliability, operation in operation, maintainability and energy efficiency, growing according to global or general basic knowledge in what has been defined as a knowledge tree (Figure 2).

The process should not only focus on achieving adequate energy optimisation (Figure 3), but based on the knowledge and use of the knowledge acquired, it should be used by all members of the maintenance organisation, to improve and relate the other influencing factors, such as reliability and maintainability.

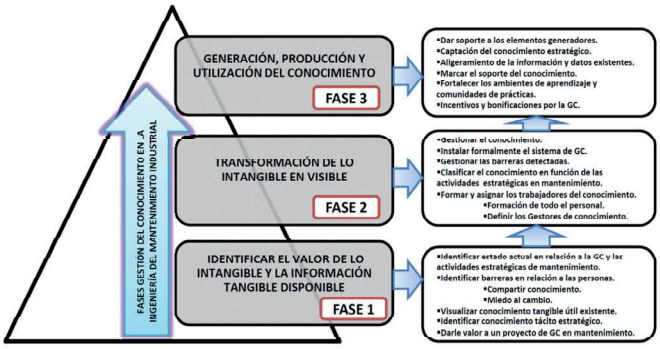


Fig. 1. Fases de la evolución de la gestión del conocimiento en mantenimiento industrial
Fig. 1. Phases of the evolution of knowledge management in industrial maintenance

MODELO DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO DEL MANTENIMIENTO

El modelo de gestión del conocimiento aplicado al mantenimiento industrial se desarrolló pasando por tres fases fundamentales, desde la identificación del conocimiento intangible y tangible útil, detectando las barreras para su implantación, la transformación de lo intangible en tangible, finalizando en los procesos para la generación, producción y utilización del conocimiento (figura 1). En una primera fase fundamental, se identifica el valor del conocimiento intangible (conocimiento tácito), así como la situación de la información tangible existente (planimetría, memorias, proyectos, manuales, etc.), para en fases posteriores desbrozar o resumir la información fundamental.

Posteriormente en una segunda fase, se formalizan los procedimientos y estrategias para el soporte del modelo de GC, donde se va transformando lo intangible en visible. Esta segunda fase requiere un profundo estudio, para extraer el conocimiento tácito implícito en el personal operativo de mantenimiento, así como el aligeramiento de la información explícita que existe en la organización, con el fin de articular la plataforma tecnológica que dará soporte al contenedor del conocimiento. En la tercera fase, se produce el asentamiento y continuidad del sistema de GC, dando soporte a los elementos generadores con la captación del conocimiento estratégico y fortaleciendo los ambientes de aprendizaje y las comunidades de prácticas.

El conocimiento se ha estructurado desde lo general a lo particular (figura 2) y en función de los cuatro aspectos estratégicos que desempeña: la fiabilidad, la operación en explotación, la mantenibilidad y la eficiencia energética, creciendo en función del conocimiento básico global o general en lo que se ha definido como árbol de conocimiento (figura 2).

El proceso no sólo se debe centrar en conseguir la adecuada optimización energética (figura 3), sino en base al conocimiento y utilización del conocimiento adquirido, ser utilizado por todos los miembros de la organización de mantenimiento, para mejorar y relacionar los otros factores influyentes, tales como la fiabilidad y la mantenibilidad.

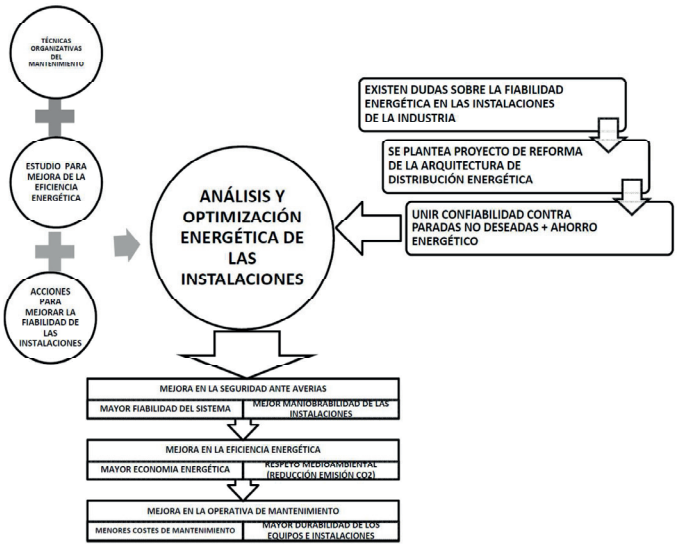


Fig. 3. Planteamiento de acciones con orientación hacia los tres aspectos estratégicos
Fig. 3. Planning of actions oriented towards the three strategic aspects

CONCLUSIONES

Alguno de los problemas fundamentales para la optimización de la función de mantenimiento, vienen como consecuencia del factor humano, que sin embargo afecta a funciones transcendentales y tácticas de la gran edificación (fiabilidad, productividad, eficiencia energética, etc.) y que se hace todavía más patente en el caso de grandes compañías, que tienen multitud de plantas con una gran diversificación geográfica. En estos casos, el intercambio y transvase de información entre ellas, así como, el disponer de una gestión de conocimiento común, hace que ésta se vea mejorada.

En la fase de observación de los síntomas y manifestaciones del fallo se trata de percibir información, a través de la observación sensorial directa, de la experiencia, de los conocimientos teóricos previos, de la información registrada, y de la medición o verificación a través de pruebas y ensayos. El análisis de esa información permite la identificación previa y con cierta inmediatez del fallo, así como anticiparse a la toma de decisiones de eficiencia energética y mejora de la mantenibilidad.

CONCLUSIONS

Some of the fundamental problems for the optimization of the maintenance function come as a consequence of the human factor, which however affects transcendental and tactical functions of large buildings (reliability, productivity, energy efficiency, etc.) and which is even more evident in the case of large companies, which have a multitude of plants with a great geographical diversification. In these cases, the exchange and transfer of information between them, as well as having a common knowledge management, makes it improve.

In the phase of observation of the symptoms and manifestations of the failure, it is a matter of perceiving information, through direct sensory observation, experience, previous theoretical knowledge, recorded information, and measurement or verification through tests and trials. The analysis of this information allows the prior identification of the failure with a certain immediacy, as well as anticipating energy efficiency and maintenance improvement decisions.

FIABILIDAD EN LA EXPLOTACIÓN, MANTENIMIENTO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA, RELACIONES Y MEJORA CON LA UTILIZACIÓN DE TÉCNICAS DE GC.

OPERATIONAL RELIABILITY, MAINTENANCE AND ENERGY EFFICIENCY, RELATIONSHIPS AND IMPROVEMENT WITH THE USE OF KM TECHNIQUES.

Javier Cárcel Carrasco
Catedrático de Universidad. Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universitat Politècnica de València. España. Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fracarc1@csa.upv.es
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València. España. Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fracarc1@csa.upv.es

Fidel Salas Vicente
Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universitat Politècnica de València. España. Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: E-mail: fisavi@dimm.upv.es
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València. España. Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fisavi@dimm.upv.es

José Ramón Albiol-Ibáñez
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València, Assistant Professor, Materials Engineer, Building Engineer, Master in Concrete Engineering, PhD Engineering of the Construction and Environmental Management by the UPV. Dr.h.C. by Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture. E-mail: joalib1@csa.upv.es

José Antonio Cárcel Carrasco
Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universitat Politècnica de València. España. Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: jacarcel@hotmail.com
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València. España. Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: jacarcel@hotmail.com

Abstract

The indicators that are intended to be achieved by influencing the fundamental parameters, based on training and knowledge transfer among all maintenance members are the following: a) Energy costs: There will be a reduction in energy consumption. b) Maintenance costs: reduction of actions. LCC augmentation. c) Increased reliability. d) Other factors: environmental improvement (CO2 emission rates). Undoubtedly, all actions must be undertaken based on profitability, with an acceptable return on investment (ROI), weighing all the actions that influence the equipment or the system to be treated. In the following points, the repercussions that must be achieved with the proposed methodology are analyzed, in relation to social and knowledge conditions, energy diagnosis, energy saving opportunities, reliability and maintenance.

Keywords: Maintenance Engineering, Knowledge Management, Energy Efficiency, System Reliability

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

FIABILIDAD EN LA EXPLOTACIÓN, MANTENIMIENTO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA, RELACIONES Y MEJORA CON LA UTILIZACIÓN DE TÉCNICAS DE GC

OPERATIONAL RELIABILITY, MAINTENANCE AND ENERGY EFFICIENCY, RELATIONSHIPS AND IMPROVEMENT WITH THE USE OF KM TECHNIQUES

Javier Cárcel-Carrasco[1], Fidel Salas Vicente[1] , José Ramón Albiol Ibáñez[1] , José Antonio Cárcel Carrasco[1]
Universitat Politècnica de València. Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España [1] . Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca – Ecuador[2].

INTRODUCCIÓN

Los indicadores que se pretenden conseguir mediante la incidencia en los parámetros fundamentales, en base a la formación, transferencia del conocimiento entre todos los miembros de mantenimiento son los siguientes: a)Costes energéticos: Se producirá una reducción consumo energético. b)Costes de mantenimiento: reducción de acciones. Aumento LCC. c) Aumento de la fiabilidad. d) Otros factores: mejora medioambiental (tasas de emisión de CO2).

Indudablemente, todas las acciones deben ser acometidas en función de una rentabilidad, con un retorno de la inversión asumible (ROI), ponderando todas las acciones que influyen sobre el equipo o el sistema a tratar (figura 1). En los puntos posteriores se analizan las repercusiones que se deben conseguir con la metodología propuesta, con relación a las condiciones sociales y del conocimiento, al diagnóstico energético, a las oportunidades de ahorro de energía, la fiabilidad y el mantenimiento.

INTRODUCTION

The indicators that are intended to be achieved by influencing the fundamental parameters, based on training and knowledge transfer among all maintenance members are the following: a) Energy costs: There will be a reduction in energy consumption. b) Maintenance costs: reduction of actions. LCC augmentation. c) Increased reliability. d) Other factors: environmental improvement (CO2 emission rates).

Undoubtedly, all actions must be undertaken based on profitability, with an acceptable return on investment (ROI), weighting all the actions that influence the equipment or system to be treated (Figure 1). In the following points, the repercussions that must be achieved with the proposed methodology are analyzed, in relation to social and knowledge conditions, energy diagnosis, energy saving opportunities, reliability and maintenance.

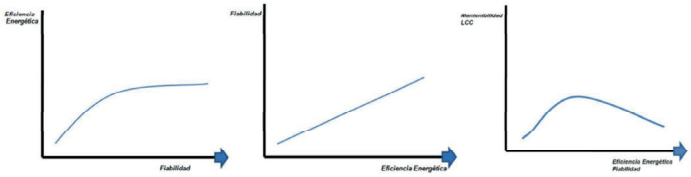


Fig. 2. Curva ante acciones de fiabilidad, ef. Energética y mantenibilidad.
Fig. 2. Curve in the face of reliability, energy efficiency and maintainability actions

REACCIONES ANTE DIFERENTES ACCIONES

Ante acciones consistentes en aumentar la fiabilidad del sistema: Se observó ante la realización de estas acciones (figura 2), como regla general, y sobre todo si se trata de máquinas dinámicas, ante pequeñas acciones de aumento de la fiabilidad lleva normalmente consigo el aumento de la eficiencia energética. Llega un punto que, para un grado muy alto de fiabilidad, no crece o se satura el proceso de ahorro energético. Ante acciones consistentes en aumentar la eficiencia energética del sistema: De los comentarios y observación de la realización de estas acciones (figura 2), como regla general, el aumento de la fiabilidad es progresivo, dado que normalmente este ahorro viene definido por un uso incorrecto, una mejora térmica, etc, que redundan automáticamente en un menor desgaste y como consecuencia una menor probabilidad de averías. Mantenibilidad ante acciones consistentes en aumentar la eficiencia energética o fiabilidad del sistema: Se observó que cuando se realizan estas acciones (figura 2)), se produce un aumento en el ahorro en mantenimiento, así como el aumento de la vida útil del equipamiento. Puede llegar un punto de inflexión si se requiere un gran aumento en la fiabilidad conlleve un aumento del equipamiento, con lo que sería preciso mayor número de horas en mantenimiento (este sería el caso cuando la fiabilidad del sistema quiere que sea máxima ante instalaciones críticas).

REACTIONS TO DIFFERENT ACTIONS

In the case of actions consisting of increasing the reliability of the system: It was observed that when these actions are carried out (Figure 2), as a general rule, and especially in the case of dynamic machines, small actions to increase reliability usually lead to an increase in energy efficiency. There comes a point where, for a very high degree of reliability, the energy saving process does not grow or become saturated. In the face of actions consisting of increasing the energy efficiency of the system: From the comments and observation of the performance of these actions (figure 2), as a general rule, the increase in reliability is progressive, since normally this saving is defined by incorrect use, thermal improvement, etc., which automatically result in less wear and tear and as a consequence a lower probability of breakdowns. Maintainability in the face of actions consisting of increasing the energy efficiency or reliability of the system: It was observed that when these actions are carried out (Figure 2)), there is an increase in maintenance savings, as well as an increase in the useful life of the equipment. A tipping point can come if a large increase in reliability is required, leading to an increase in equipment, which would require more hours of maintenance (this would be the case when the reliability of the system is to be maximum for critical installations).

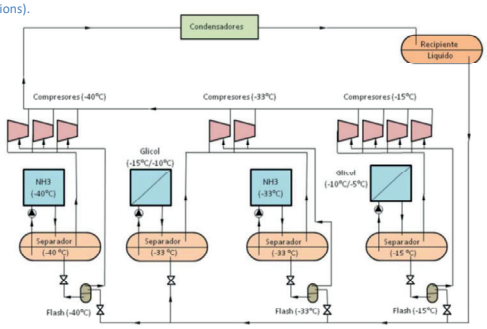


Fig. 3. Esquema de principio de la instalación de refrigeración
Fig. 3. Diagram of the principle of the refrigeration system

REACCIONES ANTE DIFERENTES ACCIONES

Los resultados que se muestran a continuación de una manera resumida (figura 4 y 5), sin entrar a definir en detalle los procesos de las acciones realizadas en la instalación frigorífica industrial de la investigación (figura 3), y que marcan la relevancia e incidencia de las acciones implicadas para mejorar la eficiencia energética de la instalación de refrigeración industrial, y que inciden en base al modelo de gestión del conocimiento, en la tasa de fallos y la mantenibilidad del sistema.

REACTIONS TO DIFFERENT ACTIONS

The results shown below in a summarized manner (figures 4 and 5), without going into detail the processes of the actions carried out in the industrial refrigeration facility of the research (figure 3), and which mark the relevance and incidence of the actions involved to improve the energy efficiency of the industrial refrigeration facility, and that have an impact based on the knowledge management model, on the failure rate and the maintainability of the system.

CONCLUSIONES

Las principales contribuciones de la investigación que se presentan y permiten extender el conocimiento en las acciones de mantenimiento, en base a la utilización de técnicas de gestión del conocimiento centradas en las acciones estratégicas fundamentales tales como la fiabilidad, mantenibilidad y eficiencia energética: A)Se muestra que con el conocimiento de las acciones estratégicas se potencian las relaciones entre la fiabilidad, mantenibilidad y eficiencia energética, que aumentan la eficiencia de toda la organización, así como reducir los costes de mantenimiento sin degradación de la fiabilidad. B) La mejora de la eficiencia energética redunda en mejorar la mantenibilidad de las instalaciones y la fiabilidad de los procesos, con reducción de fallos. C) Se puede mejorar la seguridad y la disponibilidad de las instalaciones (poniendo más atención a las frecuencias y a los elementos a mantener).

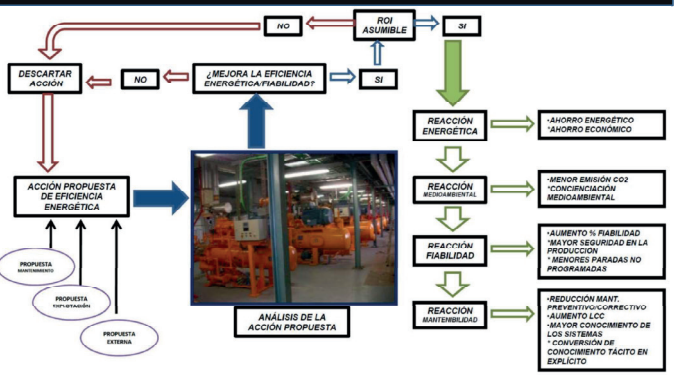


Fig. 1. Ciclo para definir acciones hacia la mejora eficiencia energética y fiabilidad
Fig. 1. Cycle to define actions towards improving energy efficiency and reliability

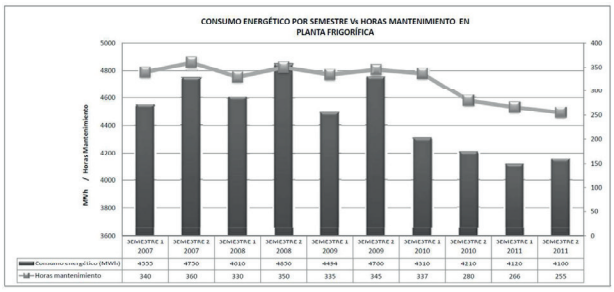


Fig. 4. Consumo energético y horas empleadas en mantenimiento
Fig. 4. Energy consumption and hours spent on maintenance

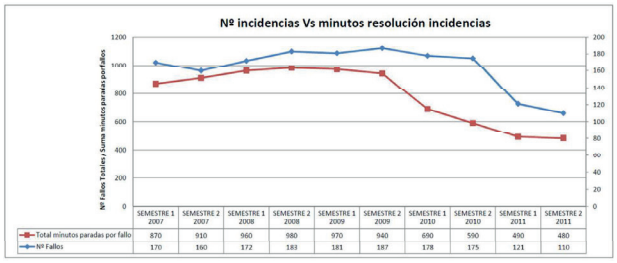


Fig. 5. Nº de incidencias y minutos empleados en resolución
Fig. 5. Number of incidents and minutes spent in resolution

BREVE ANÁLISIS DE ACCIONES

La figura 4, muestra una tendencia mantenida de reducción de los consumos energéticos, así como las horas invertidas en mantenimiento como consecuencia del uso más eficiente de las instalaciones. Esa tendencia se ve acentuada a partir del tercer semestre como consecuencia de vencer las barreras ente los diversos equipos de mantenimiento y asentar una conciencia de eficiencia y compartir información.

Se observa una reducción de las incidencias y fallos operativos de la instalación, así como el tiempo en actuación para la resolución de los fallos (figura 5), mejorando los procesos y las implicaciones que se producían directamente sobre la producción de la empresa.

Se observa la interrelación entre la reducción de fallos a partir del tercer semestre con el número de horas que de igual manera se ven reducidas (figura 5). Todo ello motivó una sensación y ambiente de eficiencia entre todo el equipo humano de mantenimiento, reforzando su misión en la empresa y justificando los esfuerzos establecidos, justificando el coste de inversión que implica una mejora de la fiabilidad.

BRIEF STOCK ANALYSIS

Figure 4 shows a sustained trend of reduction in energy consumption, as well as the hours invested in maintenance as a result of the more efficient use of the facilities. This trend is accentuated from the third half of the year as a result of overcoming the barriers between the various maintenance teams and establishing an awareness of efficiency and sharing information.

A reduction in incidents and operational failures of the installation is observed, as well as the time in action for the resolution of failures (figure 5), improving the processes and the implications that occurred directly on the company's production.

The interrelation between the reduction in failures from the third semester onwards and the number of hours that are also reduced is observed (Figure 5). All this led to a feeling and atmosphere of efficiency among the entire maintenance team, reinforcing their mission in the company and justifying the established efforts, justifying the investment cost involved in an improvement in reliability.

CONCLUSIONS

The main contributions of the research that are presented and allow the extension of knowledge in maintenance actions, based on the use of knowledge management techniques focused on fundamental strategic actions such as reliability, maintainability and energy efficiency: A) It is shown that with the knowledge of strategic actions, the relationships between reliability, reliability, reliability, reliability, reliability, reliability, maintainability and energy efficiency, which increase the efficiency of the entire organization, as well as reduce maintenance costs without degrading reliability. B) The improvement of energy efficiency results in improving the maintainability of the facilities and the reliability of the processes, with a reduction in failures. C) The safety and availability of the facilities can be improved (paying more attention to the frequencies and the elements to be maintained).

PERFIL DEL CLIENTE DEL AGENTE INMOBILIARIO ANTE LA DIGITALIZACIÓN DEL SECTOR

CUSTOMER PROFILE OF THE REAL ESTATE AGENT AS THE INDUSTRY GOES DIGITAL

Juan Carlos Asensio-Soto
Coordinador y profesor del Centro Profesional de la Universidad Europea de Valencia. Doctor en Administración y Dirección de Empresas. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: juancarlos.asensio@universidadeuropea.es
Coordinator and lecturer at the Professional Center of Universidad Europea de Valencia. Phd in Business Management and Organization. Universitat Politècnica de València.

Elena Navarro-Astor
Departamento de organización de empresas. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación. Universitat Politècnica de València (UPV). Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Profesora Titular de Universidad. Doctora en Organización de Empresas por la UPV. E-mail: enavarro@omp.upv.es
Department of Business Organization. School of Building Enginering. Universitat Politècnica de València. Senior Lecturer. Phd in Business Organization at UPV.

Abstract

The real estate sector is undergoing a transformation process due to increasing digitalisation and the emergence of technological platforms known as proptech. Despite this disruptive context, the real estate agent maintains a key market position, playing a critical role in the intermediation between buyers and sellers. The aim of this study is to analyse the profile of the customer who uses the services of the real estate agent in a highly digitalised environment.

Following a quantitative methodology, this research is based on data from 412 surveys conducted between 2018 and 2021 in Spain. The results show that the majority of participants prefer traditional intermediation over online agencies. Factors such as trust, expert advice and the complexity of the real estate process justify the demand for real estate agents. Although digitalisation poses a challenge to traditional brokerage, real estate agents remain relevant due to their ability to offer a comprehensive, personalised and efficient service. This contrasts with the limited penetration of digital platforms in a sector that still values human interaction and professional expertise.

Keywords
Customer Profile, Digitalisation, Disintermediation, Proptech, Real Estate Agent, Real Estate Sector.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

PERFIL DEL CLIENTE DEL AGENTE INMOBILIARIO ANTE LA DIGITALIZACIÓN DEL SECTOR
CUSTOMER PROFILE OF THE REAL ESTATE AGENT AS THE INDUSTRY GOES DIGITAL

Juan Carlos Asensio-Soto[1]
Universidad Europea de Valencia

Elena Navarro-Astor[2]
Dep. of Business Organization / School of Building Engineering / Universitat Politècnica de Valencia[2]

INTRODUCCIÓN

La intermediación inmobiliaria está atravesando uno de los momentos más disruptivos de las últimas décadas debido a la incorporación de tecnologías en sus procesos y servicios. En España, este proceso cobra mayor impulso a partir de 2017 con la aparición de nuevas empresas más tecnológicas denominadas proptech (Asensio-Soto y Navarro-Astor, 2022). A pesar de estas innovaciones, el mercado inmobiliario sigue estando altamente intermediado, ya que el 90% de los compradores y vendedores recurren a un agente. No obstante, las bajas barreras de entrada y las comisiones han incrementado el acceso de intermediarios inexpertos, lo que puede afectar la calidad del servicio ofrecido (Gilbukh y Goldsmith-Pinkham, 2024). Esto se acentúa con el alto grado de opacidad y la falta de homogeneidad que caracterizan al sector. Los agentes desempeñan un papel crucial al guiar a compradores y vendedores en la búsqueda de propiedades, debido a que la obtención de información en este sector conlleva un alto coste en términos de tiempo y recursos (Zietz y Sirmans, 2020).

El auge de la tecnología e internet están transformando este panorama; el proceso de búsqueda y conexión entre compradores y vendedores es más sencillo y económico que antes gracias a las plataformas virtuales (Wigand, 2020). Así, se pone en cuestión la figura del agente inmobiliario tradicional enfrentándolo a la amenaza de la desintermediación (Wigand, 2020).

El **objetivo principal** de este trabajo es conocer el perfil del cliente que requiere de la ayuda del agente inmobiliario en un sector cada vez más digitalizado.

EL AGENTE INMOBILARIO / THE REAL ESTATE AGENT

Es el elemento de conexión entre la empresa y el mercado, siendo su presencia clave en el proceso de negociación entre comprador y vendedor. Su papel ha sido revisado críticamente por numerosos autores (Benefield et al., 2019). Algunos destacan su mala imagen (Talmatchi, 2020) asociada a lo intangible de su trabajo, esfuerzo apenas observable por los clientes (Santore y Bruce, 2002). En cambio, Seiler et al. (2008), muestran que compradores y vendedores sí aprecian el contacto humano con el agente inmobiliario, el sentimiento de confianza, la capacidad de respuesta a sus necesidades y su empatía. Varios autores han identificado las funciones que definen el trabajo del agente (Ver Tabla 1).

It is the connecting element between the firm and the market, being a key presence in the buyer-seller negotiation process. Its role has been critically reviewed by many scholars (Benefield et al., 2019). Some of them highlight their poor image (Talmatchi, 2020) associated with the intangibility of their work, an effort barely visible to customers (Santore and Bruce, 2002). In contrast, Seiler et al. (2008) show that buyers and sellers do appreciate the human contact with the real estate agent, the feeling of trust, responsiveness to their needs and empathy. Several authors have identified the functions that define the agent's job (see Table 1).

METODOLOGÍA / METHODOLOGY

- Investigación descriptiva basada en metodología cuantitativa.
- Población de estudio: participantes en un proceso de compra o venta de inmueble en el periodo 2018-2021, ambos inclusive, a nivel nacional.
- Tipo de muestreo: no probabilístico por conveniencia y por bola de nieve.
- Tamaño muestral: 412 (56,1% mujeres y 43,4% hombres).
- Desarrollo del trabajo de campo: de octubre a diciembre de 2021.
- Descriptive research based on quantitative methodology.
- Target population: participants in a real estate purchase or sale process during the period 2018-2021, inclusive, at the national level. .
- Sampling: Non-probability convenience sampling and snowball sampling.
- Sample size: 412 (56,1% women and 43,4% men).
- Fieldwork took place from October to December 2021.

RESULTADOS / RESULTS

Las Imágenes 1, 2 y 3 y la Tabla 2 describen el perfil del cliente en base a diversas variables: formación, ocupación, renta y situación en el proceso de la transacción. El 95,8% de la muestra recurrió a la intermediación tradicional y sólo el 4,2% a proptech.

Images 1, 2 and 3, and Table 2 describe the customer's profile according to several variables: gender, education, occupation, income level and situation in the transaction process.

95.8% of the sample used traditional brokers and only 4.2% used proptech.

INTRODUCTION

Real estate brokerage is going through one of the most disruptive moments in recent decades due to the incorporation of technologies in its processes and services. In Spain, this process has been gaining momentum since 2017 with the emergence of new, more high-tech companies known as proptech (Asensio-Soto y Navarro-Astor, 2022). Despite these innovations, the real estate market remains highly intermediated with 90% of buyers and sellers hiring an agent. However, low barriers to entry and commission rates have increased access of inexperienced intermediaries, which may affect the quality of the service offered (Gilbukh y Goldsmith-Pinkham, 2024). This is reinforced by the high degree of opacity and lack of homogeneity that characterise the sector. Real estate agents play a crucial role in guiding buyers and sellers in their property search, as obtaining information in this sector is costly in terms of time and resources (Zietz and Sirmans, 2020).

The rise of technology and the internet are transforming this scenario; the search and connection process between buyers and sellers is simpler and cheaper than ever before due to the virtual platforms. (Wigand, 2020).

The **main objective** of this research is to determine the profile of the customer who requires assistance from the real estate agent in an increasingly digitalised sector.

Tabla 1. Funciones del agente inmobiliario / Table 1. Real estate agent's functions

Autor / Author	Funciones / Functions
Barresi (1968)	Intermediar entre comprador y vendedor, estimar el valor de la propiedad, ayudar en la adquisición de la hipoteca y asesorar sobre distintos usos de la propiedad. To intermediate between buyer and seller, estimate the property value, assist in obtaining a mortgage and advise on different property uses.
Elder et al. (2003)	Intermediar entre los clientes, aportar información y estimar el valor de la propiedad. To intermediate between clients, provide information and estimate property value.
Ledesma Ibáñez (2008)	Informar del estado de la operación, actuar con discreción y con lealtad al cliente, rendir cuentas, averiguar y comprobar la situación registral de la propiedad. To report on transaction progress, act with discretion and with loyalty to the client, be accountable, ascertain and verify the property's registration status.
Blanco Carrasco (2008)	Mediar entre las partes; ser diligente e imparcial; proporcionar información y respetar las normas deontológicas profesionales. To mediate between the parties; to be diligent and impartial, to provide information and to respect professional ethical standards.
Pacheco (2015)	Ofrecer seguridad jurídica en las transacciones, y que éstas sean rápidas, y al menor coste posible. To provide legal certainty in transactions, and for these to be quick, and at the lowest possible cost.
Gardès, (2019)	Identificar la oferta, poner en contacto a los clientes, valorar la vivienda, gestionar las ventas, publicidad y marketing, ofrecer una correcta asesoría y asistencia legal y negociar y asistir en el cierre de la transacción. To identify the deal, contact clients, assess the property, manage sales, advertise and market the property, provide proper legal advice and assistance, and negotiate and assist in the completion of the transaction.
Wilcox y Forsyth (2022)	Ahorrar tiempo al cliente y brindarle la seguridad de que se han acordado los términos óptimos de la transacción. To save the customer time and assurance that the optimal terms of the transaction have been agreed.

Tabla 2. Situación en el proceso de transacción / Table 2. Situation in the transaction process

Tipo de transacción / Transaction type	Frecuencia / Frequency	Porcentaje / Percentage	Porcentaje acumulado / Cumulative Percentage
Compraventa / Sale & purchase	64	15,5	15,5
Compra / Purchase	242	58,7	74,3
Venta / Sale	86	20,9	95,1
Sin finalizar / Unfinished	20	4,9	100
Total	412	100	

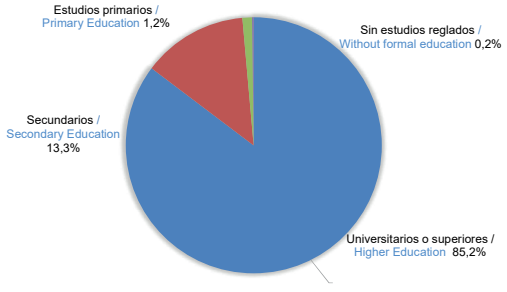


Imagen 1. Nivel de formación de los participantes
Image 1. Participants' level of education

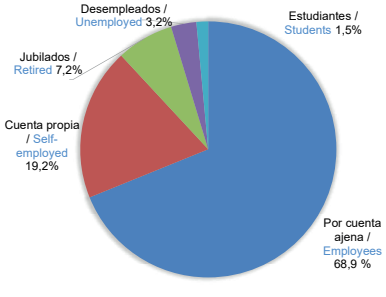


Imagen 2. Ocupación de los participantes
Image 2. Participants' occupation

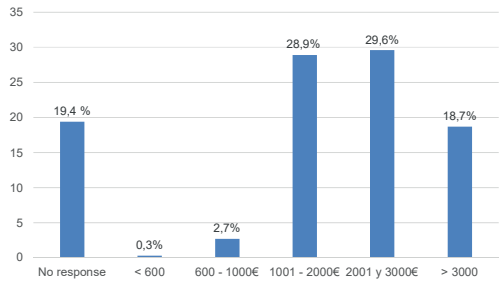


Imagen 3. Ingresos mensuales de los participantes
Image 3. Participants' monthly income

CONCLUSIONES

La figura del agente inmobiliario está altamente demandada a pesar del proceso digitalizador al que se enfrenta el sector. No son simples intermediarios que mueven fragmentos de información sin relación alguna. Si esto fuera así, ya habrían desaparecido o estarían en proceso de desaparecer al igual que ha ocurrido en otros sectores como el de los agentes de viajes.

La muestra analizada refleja una población mayoritariamente activa, cualificada y con preferencia por métodos tradicionales para la intermediación inmobiliaria. La mayoría de las personas encuestadas opta por la intermediación tradicional como el canal preferido para llevar a cabo sus transacciones inmobiliarias, mientras que las agencias online o proptech tienen una presencia residual. A pesar del crecimiento de las plataformas digitales, su penetración aún es limitada en este sector. Esto sugiere que, a pesar del auge de la digitalización, los métodos convencionales mantienen una amplia aceptación entre la población.

CONCLUSIONS

Real estate agents are in high demand despite the digitalisation process that the sector is undergoing. They are not mere intermediaries moving unrelated fragments of information. If this was the case, they would have already disappeared or would be in the process of disappearing, as has happened in other sectors such as travel agents.

The sample analysed reveals a largely active, qualified population with a preference for traditional methods for real estate intermediation. The majority of those surveyed choose traditional intermediation as the preferred channel for carrying out their real estate transactions, while online agencies or proptechs have a residual presence. Despite the growth of digital platforms, their market penetration is still limited in this sector. This suggests that, despite the rise of digitalisation, conventional methods remain widely accepted by the population.

REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA MEDIANTE EL USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL. GESTIÓN INMOBILIARIA CON IA

SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE. REAL ESTATE MANAGEMENT WITH IA

Maita Morales Prieto
Licenciada en Física y Máster en Business Administration
maitamorpri@gmail.com

Alicia Llorca-Ponce
Licenciada en Ciencias Económicas y Empresariales y Doctora en Gestión de Empresas por la UPV. Profesora Titular de U niversidad. Pertenece al Dpto. de Organización de Empresas y es investigadora del Instituto de Restauración del Patrimonio de la Universitat Politècnica de València. Imparte su docencia en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura.
E-mail: alllopon@omp.upv.es

Gregorio Rius Sorolla
Doctor Ingeniero Industrial Dpto. de Organización de Empresas; Universitat Politècnica de València. Imparte su docencia en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura. E-mail: acozarl@omp.upv.es

Abstract
This work presents a Systematic Literature Review (SLR) on the application of technologies related to artificial intelligence (AI) in the real estate sector. The main objective is to establish a theoretical framework that facilitates research and understanding of how these technologies can transform real estate management processes. To achieve this, various analyses are conducted, including the identification of barriers and drivers, publication trends, studied technologies, international collaboration, application domains, and methods used in the studies.

The methodological process is structured into three phases. In the first phase, called the Seed phase, initial criteria are developed based on expert knowledge and its integration with AI, using an initial set of articles and prompts to generate optimized Boolean search strings. In the second phase, the search strings are applied to the WoS database, from which over 786 articles are extracted. Subsequently, using the PRISMA methodology, an iterative screening process is carried out with the assistance of personalized prompts and expert reviews, reducing the final selection to 19 key articles. In the third phase, AI processes the selected articles to generate structured information that identifies key patterns and trends.

The results include tables linking specific elements to their representation in the literature, histograms illustrating trend distributions, and detailed analyses of the selected references. This approach has not only identified barriers and drivers but also provided a comprehensive view of current and future applications of AI in the sector. The proposed methodology, through the integration of AI, significantly enhances the efficiency and depth of literature reviews, establishing a precedent for future studies in the real estate sector and other disciplines.

Keywords
Sistematic Literatura Review, SLR, Real Estate, Artificial Intelligence, AI, Proptech

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

Revisión sistemática de la literatura mediante el uso de Inteligencia Artificial. Gestión inmobiliaria con IA
Systematic Literature Review Using Artificial Intelligence: Real Estate Management with AI

Maita Morales-Prieto[1, 2] Alicia Llorca-Ponce[1,2, 3] Gregorio Rius-Sorolla[1, 2, 3]
Departamento de Organización de Empresas[1]; Universitat Politècnica de València[2]; Escuela Técnica Superior de Arquitectura[3];

INTRODUCCIÓN.

Desde la aparición del concepto de Industria 4.0 en 2011, las tecnologías emergentes han transformado sectores clave, en el sector inmobiliario estas tecnologías se engloban con el término Proptech que proviene de la unión de las palabras Property y Technology cuyas actividades se centran en tres líneas de acción. En primer lugar, la posibilidad de acceder a más información, de mayor calidad y a menor coste; en segundo lugar, mayor eficacia en la realización de operaciones por reducción de tiempos y costes y, en tercer lugar, la mejora en los procesos de gestión como valoraciones y gestión de activos. Este trabajo muestra cómo realizar una revisión sistemática de la literatura utilizando herramientas de Inteligencia Artificial para dar respuesta a aspectos clave como las barreras y los impulsores de la implementación de estas tecnologías.

INTRODUCTION

Since the emergence of the Industry 4.0 concept in 2011, emerging technologies have transformed key sectors, in the real estate sector these technologies are encompassed by the term Proptech which comes from the union of the words Property and Technology whose activities are focused on three lines of action. Firstly, the possibility of accessing more information, of higher quality and at a lower cost; secondly, greater efficiency in carrying out operations by reducing time and costs; and thirdly, the improvement in management processes such as valuations and asset management. This paper shows how to perform a systematic literature review using Artificial Intelligence tools to answer key issues such as barriers and drivers for the implementation of these technologies. Translated with DeepL.com (free version)

OBJETIVO

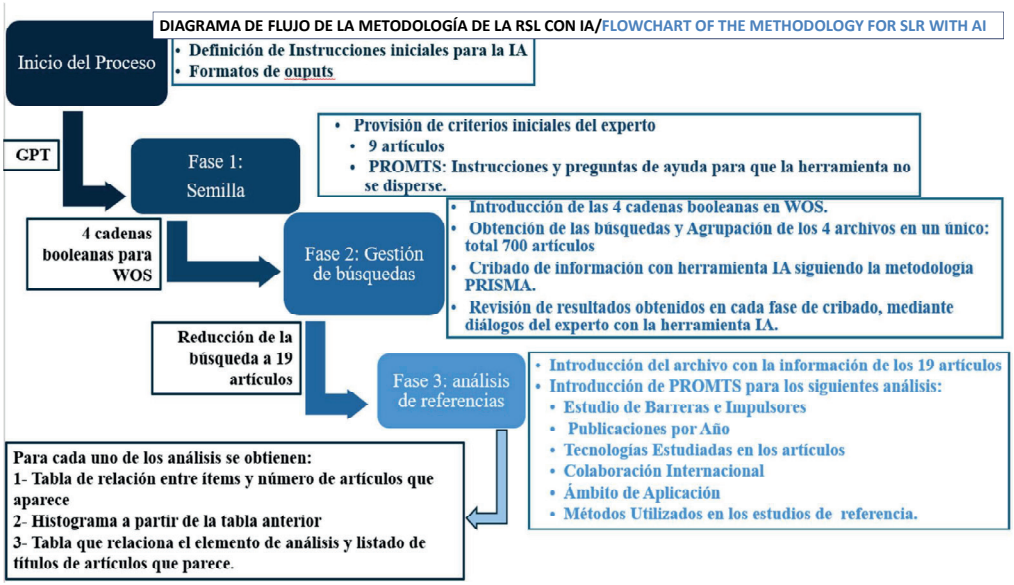
Se realiza una revisión de la literatura sobre la aplicación de tecnologías relacionadas con la inteligencia artificial en los procesos de gestión del sector inmobiliario. El objetivo principal de esta revisión es proporcionar un marco teórico que facilite el avance en la investigación acerca de la viabilidad de implementar estas tecnologías en el sector. Se analizan, por una parte, los factores que pueden actuar como impulsores de la adopción de estas herramientas y, por otro, aquellos que pueden representar barreras o dificultades para su implementación. Estas barreras e impulsores se clasifican en dos categorías principales: internos y externos.

OBJECTIVE

A review of the literature on the application of technologies related to artificial intelligence in the management processes of the real estate sector is carried out. The main objective of this review is to provide a theoretical framework to facilitate further research on the feasibility of implementing these technologies in the sector. It analyzes, on the one hand, the factors that may act as drivers for the adoption of these tools and, on the other hand, those that may represent barriers or difficulties for their implementation. These barriers and drivers are classified into two main categories: internal and external.

METODOLOGÍA/METHODOLOGY

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA METODOLOGÍA DE LA RSL CON IA/FLOWCHART OF THE METHODOLOGY FOR SLR WITH AI



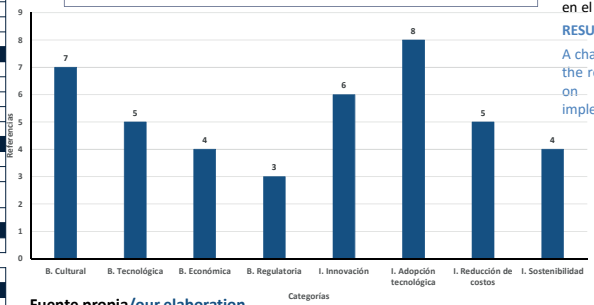
Fuente propia/our elaboration

TABLA DE RESULTADOS/TABLE OF RESULTS

B. Cultural
Blockchain-enabled workflow operating system for logistics resources sharing in E-commerce logistics real estate service
HR Digital Transformation: Blockchain for Business
A Novel Risk-Perception Model Based on Blockchain for Supply Chain Finance of China Real Estate
EXAMINING THE FEASIBILITY OF INDUSTRY 4.0 FOR THE REAL ESTATE SECTOR WITH A LENS OF VALUE AND JOB CREATION
Ensuring construction material provenance using Internet of Things and blockchain: Learning from the food industry
An IoT-Enabled Sensing Device to Quantify the Reliability of Shared Economy Systems Using Intelligent Sensor Fusion Building Technologies
Is the AI revolution a real estate boon or bane?
B. Tecnológica
BIG DATA IN CONSTRUCTION WASTE MANAGEMENT: PROSPECTS AND CHALLENGES
Big data-assisted social media analytics for business model for business decision making system competitive analysis
Review on Computer Aided Sewer Pipeline Defect Detection and Condition Assessment
Game-like interactive environment using BIM-based virtual reality for the timber frame self-build housing sector
Visionary constructs: revolutionizing students internships through BIM and extended reality synergy
B. Económica
Perspective-Based Image-to-BIM Alignment for Automated Visual Data Collection and Construction Performance Monitoring
BIM- and blockchain-enabled Automatic Procurement System (BBAPS) removing relationship bias
A systematic literature review on the integration of Industry 4.0 technologies in sustainability improvement of transportation construction projects: state-of-the-art and future directions
BIM-Based Life Cycle Assessment of Buildings-An Investigation of Industry Practice and Needs
B. Regulatoria
Digital transformation to improve quality, efficiency and safety in construction of roads incorporating recycled materials
Blockchain in the built environment and construction industry: A systematic review, conceptual models and practical use cases
Automation in road distress detection, diagnosis and treatment
I. Innovación
Blockchain-enabled workflow operating system for logistics resources sharing in E-commerce logistics real estate service
Ensuring construction material provenance using Internet of Things and blockchain: Learning from the food industry
An IoT-Enabled Sensing Device to Quantify the Reliability of Shared Economy Systems Using Intelligent Sensor Fusion Building Technologies
BIG DATA IN CONSTRUCTION WASTE MANAGEMENT: PROSPECTS AND CHALLENGES
Big data-assisted social media analytics for business model for business decision making system competitive analysis
Perspective-Based Image-to-BIM Alignment for Automated Visual Data Collection and Construction Performance Monitoring
I. Adopción tecnológica
HR Digital Transformation: Blockchain for Business
A Novel Risk-Perception Model Based on Blockchain for Supply Chain Finance of China Real Estate
EXAMINING THE FEASIBILITY OF INDUSTRY 4.0 FOR THE REAL ESTATE SECTOR WITH A LENS OF VALUE AND JOB CREATION
Is the AI revolution a real estate boon or bane?
BIG DATA IN CONSTRUCTION WASTE MANAGEMENT: PROSPECTS AND CHALLENGES
Review on Computer Aided Sewer Pipeline Defect Detection and Condition Assessment
Game-like interactive environment using BIM-based virtual reality for the timber frame self-build housing sector
A systematic literature review on the integration of Industry 4.0 technologies in sustainability improvement of transportation construction projects: state-of-the-art and future directions
I. Reducción de costos
Visionary constructs: revolutionizing students internships through BIM and extended reality synergy
Perspective-Based Image-to-BIM Alignment for Automated Visual Data Collection and Construction Performance Monitoring
BIM- and blockchain-enabled Automatic Procurement System (BBAPS) removing relationship bias
A systematic literature review on the integration of Industry 4.0 technologies in sustainability improvement of transportation construction projects: state-of-the-art and future directions
Blockchain in the built environment and construction industry: A systematic review, conceptual models and practical use cases
I. Sostenibilidad
BIM-Based Life Cycle Assessment of Buildings-An Investigation of Industry Practice and Needs
Digital transformation to improve quality, efficiency and safety in construction of roads incorporating recycled materials
Automation in road distress detection, diagnosis and treatment
BIG DATA IN CONSTRUCTION WASTE MANAGEMENT: PROSPECTS AND CHALLENGES

Fuente propia/our elaboration

RELACIÓN DE ARTÍCULOS SEGÚN BARRERAS E IMPULSORES
RELATIONSHIP OF ARTICLES BASED ON BARRIERS AND DRIVERS



Fuente propia/our elaboration

RESULTADOS

Se ofrece una gráfica y tabla en las que se muestran los resultados derivados del proceso de SLR sobre las barreras e impulsores de la implementación de la IA en el sector.

RESULTS

A chart and table are presented, showing the results derived from the SLR process on the barriers and drivers for implementing AI in the sector.

CONCLUSIONES

Las conclusiones de este trabajo destacan cómo la integración de herramientas de inteligencia artificial en el proceso de revisión sistemática de literatura (SLR) ha permitido no solo optimizar la eficiencia y precisión del análisis, sino también ofrecer resultados más profundos y estructurados. A través de la SLR sobre identificación de barreras e impulsores clave, así como del estudio de tendencias, tecnologías y colaboraciones internacionales, se posibilita el avance en el conocimiento sobre el estado actual y futuro de la implementación de IA en la gestión inmobiliaria. La combinación de la metodología PRISMA con herramientas de IA y el conocimiento experto demuestra ser una estrategia poderosa para abordar de manera rigurosa y eficiente el análisis de literatura científica. Los resultados de esta investigación establecen una base sólida para estudios futuros en el sector inmobiliario y ofrecen un marco replicable para otras disciplinas que buscan aprovechar las capacidades de la inteligencia artificial en sus procesos de investigación.

CONCLUSIONS

The conclusions of this study highlight how the integration of artificial intelligence tools into the systematic literature review (SLR) process has not only optimized the efficiency and accuracy of the analysis but also delivered deeper and more structured results. Through the identification of key barriers and drivers, as well as the study of trends, technologies, and international collaborations, this approach provides a comprehensive view of the current and future state of AI implementation in real estate management. The combination of the PRISMA methodology with AI tools and expert knowledge has proven to be a powerful strategy for conducting rigorous and efficient analyses of scientific literature. The results of this research establish a solid foundation for future studies in the real estate sector and offer a replicable framework for other disciplines seeking to leverage the capabilities of artificial intelligence in their research processes.

ASEQUIBILIDAD Y SOSTENIBILIDAD DE LA VIVIENDA SOCIAL EN EUROPA
AFFORDABILITY AND SUSTAINABILITY OF SOCIAL HOUSING IN EUROPE

María Oliver-Sanz
Arquitecta; Doctoranda en el Programa de Doctorado en Arquitectura, Edificación, Patrimonio y Ciudad; Universitat Politècnica de València; España.
E-mail: maolsan@upv.edu.es

Alicia Llorca-Ponce
Licenciada en Ciencias Económicas y Empresariales y Doctora en Gestión de Empresas por la UPV. Profesora Titular de Universidad. Pertenece al Dpto. de Organización de Empresas y es investigadora del Instituto de Restauración del Patrimonio de la Universitat Politècnica de València. Imparte su docencia en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura.
E-mail: alllopon@omp.upv.es

Resumen

Access to housing is a problem of great social impact in Europe that particularly affects low-income households. Each European country approaches its housing policy under different criteria, with different conceptual visions, frameworks for action and instruments of application (Arends and García-Almirall, 2014), making comparative analysis and the necessary evaluation of housing policies in the European Union difficult. The ratio of housing costs to income is a useful indicator for the comparative analysis of the problem of housing affordability for certain income levels. Eurostat works with the indicator 'Housing cost overrun rate', setting this rate at 40% of household income. The research project 'TenLaw: Tenancy Law and Housing Policy in Multi-level Europe' provides a solid and homogeneous basis on which to analyse the housing policies of EU member states, identifying similarities and differences since the early 20th century and relating them to current housing affordability conditions. The aim is to determine which set of measures have been effective in improving housing affordability for lower-income households. The work is useful for policy makers in housing administrations.

Palabras Clave

Asequibilidad de la Vivienda, Políticas de Vivienda; Europa; Vivienda Social; Tenlaw

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

ASEQUIBILIDAD Y SOSTENIBILIDAD DE LA VIVIENDA SOCIAL EN EUROPA
AFFORDABILITY AND SUSTAINABILITY OF SOCIAL HOUSING IN EUROPE

María Oliver-Sanz [1,2] Alicia Llorca-Ponce [1,2,3]
Universitat Politècnica de València[1] Escuela Técnica Superior de Arquitectura[2] Departamento de Organización de Empresas [3]

INTRODUCCIÓN

El acceso a la vivienda es un problema de gran impacto social en Europa que afecta especialmente a los hogares de rentas bajas. La relación entre el coste de la vivienda y los ingresos como indicador de la asequibilidad de la vivienda resulta de utilidad para el análisis comparativo entre determinados niveles de renta en los diferentes países de la UE. Con este fin, Eurostat trabaja con el indicador "Tasa de sobrecoste de los gastos de vivienda", estableciendo esta tasa en un 40% de los ingresos de los hogares, ofreciendo estadísticas que determinan esta tasa de sobrecoste para los hogares en cada quintil de nivel de ingresos. El proyecto de investigación "TenLaw: Tenancy Law and Housing Policy in Multi-level Europe", liderado por la Universidad de Bremen, constituye el primer estudio multinivel sobre el derecho de arrendamiento y políticas de vivienda a gran escala realizado en Europa, por lo tanto, los informes científicos fruto de este proyecto resultan una base sólida y homogénea sobre la que analizar las políticas de vivienda de los países miembros de la UE. Este trabajo analiza las medidas más características de las políticas de vivienda aplicadas desde la Segunda Guerra Mundial relacionándolas con las condiciones de asequibilidad de la vivienda actuales en cada uno de los países seleccionados.

INTRODUCTION

The issue of housing accessibility has significant social implications in Europe, with a notable impact on low-income households. The ratio of housing costs to income serves as an effective indicator of housing affordability, facilitating comparative analysis between specific income levels across various EU countries. In order to achieve this, Eurostat works with the indicator 'Housing cost overrun rate', which is set at 40% of household income. This provides statistics that determine the cost overrun rate for households in each income level quintile. The research project 'TenLaw: Tenancy Law and Housing Policy in Multi-level Europe', led by the University of Bremen, represents the first large-scale multi-level investigation of tenancy law and housing policy in Europe. Consequently, it provides a robust and uniform foundation for analysing the housing policies of EU member states. This paper examines the most salient housing policy measures implemented since World War II in relation to the prevailing housing affordability conditions in each of the selected countries.

OBJETIVO

Determinar cuáles han resultado ser las políticas de vivienda más efectivas para proporcionar vivienda asequible a los hogares con bajos ingresos en Europa.

OBJETIVE

The aim of this investigation is to identify the housing policies in Europe that have been most effective in providing affordable housing for low-income households.

METODOLOGÍA

1. Ámbito Geográfico: Países de la Unión Europea Occidental.
2. Análisis de las políticas de vivienda: Fuente → Informes científicos proyecto TenLaw.
Selección países: Austria, Francia, Alemania, Grecia, Irlanda, Países Bajos, España.
3. Clasificación de medidas.
4. Agrupación de países.
5. Estudio comparativo del nivel de asequibilidad actual de la vivienda.

METODOLOGY

1. Geographical scope: Countries of the Western European Union.
2. Analysis of housing policies: Source: → Scientific reports TenLaw project.
Country selection: Austria, France, Germany, Greece, Ireland, Netherlands, Spain.
3. Ranking of measures.
4. Grouping of countries.
5. Comparative study of the current level of housing affordability.

Intervención mercado vivienda
Intervention housing market (1945-1980)
Liberalización vivienda social
Liberalization social housing (1980-2024)

Grupo/Group 1
Grupo/Group 2
Grupo/Group 3
Grupo/Group 4

ASEQUIBILIDAD VIVIENDA
Figuras 1,2,3
(Eurostat 2023)
HOUSING AFFORDABILITY
Figures 1,2,3

Tabla 1. Medidas de intervención y liberalización del mercado de la vivienda en los países de la UE posteriores a la II Guerra Mundial.
Table 1. Measures to intervene and liberalise the housing market in post-World War II EU countries.

			Grupo 1 Austria	Grupo 1 P.Bajos/Netherlands	Grupo 2 Alemania /Germany	Grupo 2 Francia/ France	Grupo 2 Irlanda/ Ireland	Grupo 3 España/ Spain	Grupo 4 Grecia/ Greece
Medidas de intervención en el mercado vivienda/ Measures of intervention in the housing market 1945-1980	Viviendas venta. Promotores privados con ánimo de lucro / Homes for sale. Private developers forprofit	Ayudas directas, deducciones y préstamos a promotores con ánimo de lucro y familias /Direct aid, deductions and loans to for-profit developers and families							
	Viviendas alquiler. Promotores públicos y privados sin ánimo de lucro / Rental housing. Public and private non-profit promoters	Construcción a gran escala de vivienda pública en alquiler / Large-scale construction of public rental housing							
		Ayudas directas, deducciones y préstamos a promotores sin ánimo lucro o con lucro limitado /Direct aid, deductions and loans to non-profit or limited-profit developers							
	Intervención del mercado de alquiler libre / Intervention in the free rental market	Imposición de prórrogas, contratos indefinidos o control de los precios / Imposition of extensions, permanent contracts or price controls							
Medidas de liberalización de la vivienda social/ Measures of liberalization of social housing 1980-2015	Reducción de la promoción de vivienda social / Reduction of social housing development	Reducción financiación pública de la vivienda / Reduction of public financing of housing							
		Disminución de ayudas promotores privados / Reduction of aid to private developers							
		Descentralización de las competencias /Decentralization of competences							
		Preferencia por las viviendas para venta / Preference for homes for sale							
		Preferencia por las ayudas a las familias /Preference for aid to families							
	Disminución del parque de vivienda social existente / Reduction of the existing social housing stock	Reducción del parque de viviendas públicas o protegidas / Reduction of the stock of public or subsidised housing							
		Aumento o desregulación de límites precios / Increase or deregulation of price limits							
	Impulso del sector intermedio / Boost to the middle sector	Impulso del sector intermedio, vivienda asequible / Promotion of the intermediate sector, promoter of affordable housing							
no intervención / non-intervention	Mercado sin intervención pública /market without public intervention								

RESULTADO

Países con menor tasa de sobrecarga del coste de la vivienda: Irlanda y Francia, caracterizándose por:
Medidas adoptadas entre 1945-1980
- Construcción directa a gran escala y ayudas a la construcción para alquiler.
- Ayudas a la construcción para venta.
- Intervención en el mercado del alquiler.

Medidas adoptadas entre 1980-2015
- Disminución de ayudas a la promoción y aumento de ayudas a las familias.
- Regulación de precios y condiciones del alquiler.
- Impulso del sector intermedio para construcción de vivienda asequible.
- Descentralización de competencias.

Características actuales:
- Modos de tenencia: 30-35 % en alquiler y 65-70 % en propiedad.
- Precio del alquiler: 56% reducido y 44 % libre.
- Cargas sobre la propiedad: 50% con hipoteca y 50% sin cargas.
- Equilibrio entre viviendas ofertadas a precio reducido (16 % Irlanda; 20 % Francia) y población vulnerable (19% y 20% en 2023, Eurostat)

Países con mayor tasa de sobrecarga del coste de la vivienda: Grecia, Alemania, Países Bajos, España, caracterizados por:
Medidas adoptadas entre 1980-2015
- Reducción financiación pública de la vivienda.
- Disminución de ayudas a promotores privados.
- Reducción del parque de viviendas públicas o protegidas.
- Aumento o desregulación de los límites a los precios.

Características actuales:
- Modos de tenencia: <30 % en alquiler (salvo Alemania = 54%, el más alto)
- Precio del alquiler: >65 % libre (salvo Países bajos = 14% libre, el más bajo)
- Viviendas ofertadas a precio reducido: < 10% (salvo Países bajos = 24%, el más alto)

Países con menor tasa de sobrecarga del coste en viviendas en alquiler: Alemania, Irlanda, Austria, Francia, caracterizados por:
- Modos de tenencia: > 30 % en alquiler

RESULTS

Countries with the lowest rate of housing cost overburden: Ireland and France, characterized by:
Measures taken between 1945-1980
- Large-scale direct construction and rental construction subsidies.
- Support for the construction of housing for sale.
- Intervention in the rental market.

Measures taken between 1980-2015
- Decrease in subsidies for development and increase in subsidies to families.
- Regulation of rental prices and conditions.
- Boosting the intermediate sector for the construction of affordable housing.
- Decentralization of powers.

Current characteristics:
- Modes of tenure: 30-35% rented and 65-70% owned.
- Rental prices: 56% reduced and 44% free.
- Property encumbrances: 50% with mortgage and 50% without encumbrances.
- Balance between affordable housing (16% Ireland; 20% France) and vulnerable population (19% and 20% respectively in 2023, Eurostat).

Countries with the highest rate of housing cost overburden: Greece, Germany, the Netherlands and Spain, characterized by:
Measures taken between 1980-2015
- Reduction of public funding for housing.
- Reduction of subsidies to private developers.
- Reduction of public or subsidized housing stock.
- Increase or deregulation of price limits.

Current characteristics:
- Modes of tenure: <30% rented (except Germany = 54%, the highest).
- Rental price: >65% free (except Netherlands = 14% free, the lowest)
- Housing offered at a reduced price: <10% (except the Netherlands = 24%, the highest)

Countries with the lowest rate of cost overruns in rental housing: Germany, Ireland, Austria and France, characterized by:
Current characteristics:
- Modes of tenure: > 30 % rented

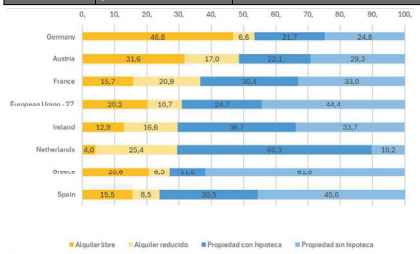


Figura 1. Distribución de la población por régimen de tenencia/Figure 1. Distribution of the population by tenure regime
Fuente: Elaboración propia sobre datos de Eurostat
Source: Authors' elaboration on Eurostat 2023 data

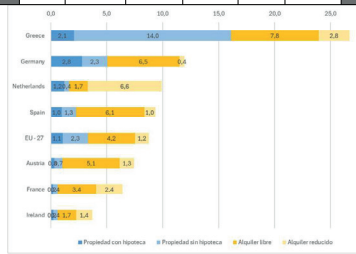


Figura 2. Distribución de la población que vive en un hogar en el que el coste total de la vivienda representa más del 40% de la renta disponible total del hogar, por régimen de tenencia. /Figure 2. Distribution of the population living in a household in which the total cost of housing represents more than 40% of the total disposable income of the household, by tenure regime

CONCLUSIONES

De los análisis realizados a partir del estudio por países se deduce que aquellos en los que se alcanzan mejores niveles de asequibilidad para los hogares con menores ingresos son los que más invierten en la generación de un parque de vivienda tanto para la venta como para el alquiler y el alquiler social ajustado al volumen de población vulnerable (20% media EU) para garantizar la sostenibilidad económica.

Además, se encuentran en mejor situación, en términos de asequibilidad aquellos países donde el parque de viviendas en alquiler supone más del 30% del total de viviendas principales, sosteniendo con fondos públicos más del 50% de dicho parque para poder ofrecerlas a precios reducidos accesibles a rentas bajas.

Los peores niveles de asequibilidad para los hogares con menores ingresos se obtienen cuando no existe o se disminuye en exceso la intervención pública en el mercado de la vivienda. Una característica, en estos casos, es la disminución del parque de viviendas sociales y la desregulación de los precios del alquiler.

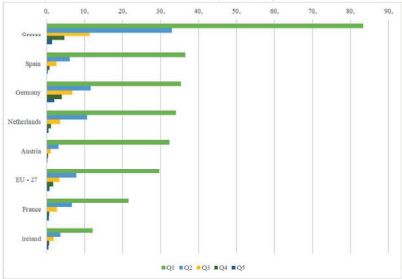


Figura 3. Porcentaje de la población que vive en un hogar en el que los costes totales de la vivienda representan más del 40% de la renta disponible total del hogar, presentado por quintil de renta /Figure 3. Percentage of the population living in a household in which total housing costs account for more than 40% of the household's total disposable income, presented by income quintile

CONCLUSIONS

From the country-by-country analysis, it can be deduced that the countries that achieve the best affordability levels for low-income households are those that invest the most in generating housing stock for sale, rental and social renting for the vulnerable population (20% EU average) in order to ensure economic sustainability.

In addition, those countries where rental housing stock accounts for more than 30% of the total stock of primary housing are in the best situation in terms of affordability, with public funds supporting more than 50% of this stock in order to make it available at reduced prices accessible to low-income households.

The worst levels of affordability for lower-income households are found where there is no or too little public intervention in the housing market. A feature in these cases is the decline in social housing stock and the deregulation of rental prices.

OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE VIVIENDAS MEDIANTE MODELOS FIABLES. ECONOMIZACIÓN DE RECURSOS

ENERGY OPTIMIZATION OF BUILDINGS THROUGH RELIABLE MODELS. RESOURCE ECONOMIZATION

Alfred Esteller Agustí
Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. E-mail: alesag@csa.upv.es
Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: alesag@csa.upv.es
Ana Martínez-Ibernón
Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Carolina Aparicio-Fernández
Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. E-mail: caap @ csa.upv.es
Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: caap @ csa.upv.es
Rafael Royo Pastor
Instituto Universitario de Investigación de Ingeniería Energética. Dpto. de Termodinámica Aplicada. Universitat Politècnica de València. E-mail: rroyo @ ter.upv.es
University Institute for Energy Engineering Research. Department of Applied Thermodynamics. Universitat Politècnica de València. E-mail: rroyo @ ter.upv.es

Abstract

The building sector is one of the largest consumers of energy and accounts for a significant proportion of CO_2 emissions. Bearing this in mind and considering the growing concern of climate change, the importance of energy refurbishment in existing buildings is steadily increasing. Therefore, the aim of the present research is to report on the study of the energy demand in a traditional Valencian farmhouse with the objective of achieving a negligible energy demand throughout a year. With that purpose, a building energy model (BEM) was developed using energy software TRNSYS 17, following these consecutive steps: First, the necessary data sets, such as climatic data and building's constructive characteristics, were collected and studied. Then, an energy model of the original house was performed in order to obtain a validation of the model. An energy optimization strategy was then proposed. The following step was implementation of energy efficiency measures. And finally, the corresponding results were analyzed in detail. The overall conclusions drawn from the analysis were that a good fit of the energy model is essential in order to reproduce the specific thermal behavior of the studied building and also that the enhancement of the building envelope is the most effective approach to achieve a reduction of the building's energy demand requirements.

Keywords
Energy performance in buildings, sensors systems, building energy model, monitoring

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE VIVIENDAS MEDIANTE MODELOS FIABLES. ECONOMIZACIÓN DE RECURSOS

ENERGY OPTIMIZATION OF BUILDINGS THROUGH RELIABLE MODELS. RESOURCE ECONOMIZATION

A. Esteller Agustí[1] , A. Martínez-Ibernón[1,2] , C. Aparicio-Fernández[1], R. Royo Pastor[3,4]
Dpto. Construcciones Arquitectónicas de la Universitat Politècnica de València[1]. Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico de la Universitat Politècnica de València[2]. Instituto Universitario de Investigación de Ingeniería Energética, Universitat Politècnica de València[3]. Dpto. de Termodinámica Aplicada, Universitat Politècnica de València[4]

INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION:

INCREMENTO VERTIGINOSO DEL CONSUMO ENÉRGETICO/ VERTIGINOUS INCREASE OF GLOBAL ENERGY CONSUMPTION

PROBLEMAS/ PROBLEMS
- CAMBIO CLIMÁTICO/ CLIMATE CHANGE
- AGOTAMIENTO DE LOS RECURSOS DE COMBUSTIBLES FÓSILES/ DEPLETION OF FOSSIL FUELS RESOURCES

SOLUCIÓN/ SOLUTION
- ↑↑↑ EFICIENCIA ENERGÉTICA/ ↑↑↑ ENERGY EFFICIENCY
- USO DE FUENTES DE ENERGÍA LIMPIAS Y RENOVABLES/ USE OF CLEAN AND RENEWABLE ENERGY SOURCES

IDENTIFICACIÓN DE LOS SECTORES DE MAYOR CONSUMO ENERGÉTICO/ IDENTIFY THE MAIN ENERGY CONSUMER SECTORS

SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN / CONSTRUCTION SECTOR

Los edificios en la UE son responsables del 40 % de nuestro consumo de energía y del 36 % de las emisiones de gases de efecto invernadero, que provienen principalmente de la construcción, uso, renovación y demolición/ Buildings in the EU are responsible for 40% of our energy consumption and 36% of greenhouse gas emissions, which mainly stem from construction, usage, renovation and demolition.

https://commission.europa.eu/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-02-17_en

Directiva (UE) 2024/1275→ En comparación con los niveles de 2020, el consumo deberá reducirse en un 16% para 2030 y entre un 20% y un 22% para 2040 / Directive (EU) 2024/1275 → Compared to 2020 levels, consumption must be reduced by 16% by 2030 and by 20% to 22% by 2040.

NECESARIO MODELOS ENERGÉTICOS CALIBRADOS Y VALIDADOS/ REQUIRED: CALIBRATED AND VALIDATED ENERGY MODELS

ESTUDIO MEDIANTE SIMULACIÓN ENERGÉTICA / STUDY THROUGH ENERGY SIMULATION

OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DEL USO DE LA ENERGÍA EN EDIFICIOS / ENERGY OPTIMIZATION IN BUILDING ENERGY USAGE

EXPERIMENTAL / EXPERIMENTAL:

OBJETIVO PRINCIPAL: OBTENER LA MÁXIMA REDUCCIÓN EN LA DEMANDA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN/ MAIN TARGET: OBTAIN A MAXIMUM REDUCTION IN THE ENERGY DEMAND OF A TYPICAL VALENCIAN ORCHARD HOUSE

METODOLOGÍA / METHODOLOGY

RECOPILACIÓN DE DATOS Y PROCESADO/ COLLECTION AND PROCESSING DATES

DATOS CLIMÁTICOS, CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO/ CLIMATE DATA, BUILDING FEATURES....

DEFINICIÓN DEL MODELO ENERGÉTICO/ ENERGY MODEL DEFINITION

CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN/ CALIBRATION AND VALIDATION

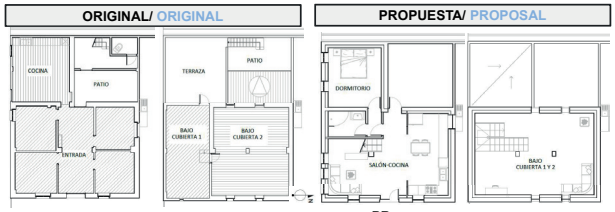
PROCESO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA/ ENERGY OPTIMIZATION PROCESS

DEFINICIÓN DE MEDIDAS Y ESTRATEGIA/ DEFINITION OF MEASURES AND STRATEGY

PASIVAS/ PASSIVE
- AISLAMIENTO / INSULATION
- OPTIMIZACION SUPERFICIE DE VENTANAS AL SUR/ OPTIMISATION OF WINDOW SURFACES TO THE SOUTH.
- ELEMENTOS DE SOMBRA/ SHADING ELEMENTS
- VENTILACIÓN NATURAL (VENTANAS ESTE Y OESTE)/ NATURAL VENTILATION (EAST AND WEST WINDOWS)

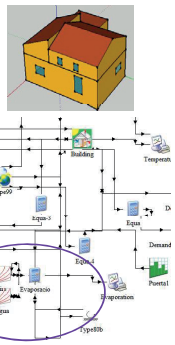
ACTIVAS/ ACTIVES
- RECUPERADOR DE CALOR/ HEAT RECOVERY.
- SOBREVENTILACIÓN CONTROLADA/ CONTROLLED OVERVENTILATION.

ORIGINAL/ ORIGINAL | **PROPUESTA/ PROPOSAL**



Se colocaron tres sensores 'RHT10 Extech Instruments' en la planta baja, con una resolución de 0,1°C y precisión de ±1°C. Los sensores de humedad, ubicados a 1,5 metros del suelo, tienen una resolución de 0,1% HR y precisión de ±2% HR/ Three 'RHT10 Extech Instruments' sensors were placed on the ground floor with a 0.1°C resolution and ±1°C accuracy. The humidity sensors, located centrally at 1.5 meters, have a 0.1% RH resolution and ±2% RH accuracy.

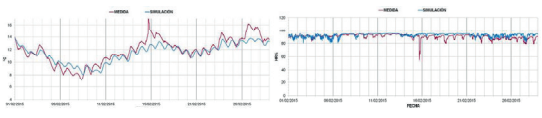
Fue necesario para conseguir un modelo que se ajustará a la realidad simular todas las condiciones, entre ellas la humectación de los cerramientos/ It was necessary to simulate all the conditions, including the moisture content of the enclosures, to achieve a model that would accurately reflect reality.



RESULTADOS / RESULTS:

VALIDACIÓN MODELO/ MODEL VALIDATION

DATOS ENTRADA/ ENTRADA DATA



La fiabilidad del modelo se evaluó calculando el error cuadrático medio (RMSE) y el error porcentual absoluto medio (MAPE). Para la temperatura, el RMSE fue de 1,63˚C y el MAPE fue de 5,88%. Para la humedad relativa, el RMSE fue de 3,63% y el MAPE fue de 5,70%. Estos valores demuestran un alto nivel de precisión predictiva en el modelo térmico desarrollado.

The model's reliability was evaluated by calculating the root mean square error (RMSE) and the mean absolute percentage error (MAPE). For temperature, the RMSE was 1.63˚C and the MAPE was 5.88%. For relative humidity, the RMSE was 3.63%, and the MAPE was 5.70%. These values demonstrate a high level of predictive accuracy in the developed thermal model.

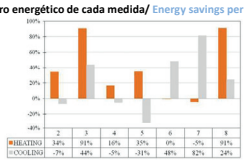
OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA/ ENERGY OPTIMIZATION

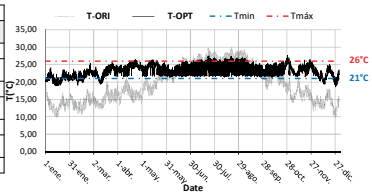




Model	Descripción/ Description
ORI	0)Casa en condiciones originales/ House in original conditions
OPT	1) Limitación en infiltraciones/ Limit air infiltrations
	2) Aislamiento envolvente del edificio/ Building skin insulation
	3) Cambio de tipo de vidrio/ Change type of glazing
	4) Ampliación superficie de ventanas a sur/ Extra windows in south façade
	5) Sistemas de sombreado/ Shadows devices
	6) Ventilación cruzada y sobreventilación mecánica/ Cross natural ventilation and extra mechanic ventilation
	7) Recuperador de calor/ Heat recovery

Ahorro energético de cada medida/ Energy savings per measure





En el modelo optimizado, las temperaturas a lo largo del año se mantienen mayoritariamente dentro del rango de confort térmico. / In the optimized model, temperatures throughout the year remain mostly within the thermal comfort range.

Model	Heating Demand (kWh/year m²)	Cooling Demand (kWh/year m²)	Energy Total Saving (kWh/year m²)	% Energy Total Saving
Situación original/ Original Situation	206.5	36.4		
Situación optimizada/ Optimum Situation	0.7	2.2	240	99%

REALIDAD: No se ha instalado ningún sistema activo de climatización, se cubre la demanda de refrigeración mediante ventilación natural y la de calefacción mediante la ayuda del recuperador de calor y la radiación solar directa a través de las ventanas instaladas a sur. Se ha llevado a cabo un test de Blower Door con el fin de verificar si el nivel de estanqueidad es el adecuado según Passivhaus. El resultado fue 1.49 renovaciones por hora, satisfaciendo la exigencia de estanqueidad para la rehabilitación de edificios según la norma Passivhaus. /REALITY: No active climate control system has been installed; the cooling demand is met through natural ventilation, and the heating demand is covered with the help of a heat recovery system and direct solar radiation through south-facing windows. A Blower Door test has been conducted to verify if the airtightness level meets Passivhaus standards. The result was 1.49 air changes per hour, fulfilling the airtightness requirement for building renovation according to the Passivhaus standard

CONCLUSIONES / CONCLUSIONS:

El estudio ha demostrado que la validación de los modelos permite un análisis eficiente de la mejora en la demanda energética de los edificios a través de simulaciones fiables. Además, se ha evidenciado que, mediante la aplicación de medidas pasivas básicas, es posible lograr prácticamente la eliminación de la demanda energética de climatización sin requerir una inversión excesiva.

The study has demonstrated that the validation of models enables an efficient analysis of improvements in the energy demand of buildings through reliable simulations. Furthermore, it has been shown that by applying basic passive measures, it is possible to practically eliminate the energy demand for climate control without requiring excessive investment.

ANÁLISIS DE LA OFERTA DE OBRA NUEVA EN EDIFICIOS PLURIFAMILIARES EN VALENCIA

VALENCIA NEW MULTI STOREY RESIDENTIAL BUILDING DEMAND ANALYSIS

Fernando Cos-Gayón López[1,4,5] Ángel Martín Furones[2,4,5] Igor Fernández Plazaola[3,4,5] Kaliane Bauzá Reynaldo[4,5]

Dpto. Construcciones Arquitectónicas[1] - Ing. Cartográfica Geodesia y Fotogrametría[2] - Organización empresas[3] - Cátedra Observatorio Vivienda[4] / Universitat Politècnica de València[5]

Abstract

In most developed countries, the construction sector is considered a key driver of the economy, closely monitored by their governments, among other reasons, for its ability to drive growth in other sectors. The sector's figures are analyzed in detail at both macroeconomic and microeconomic levels. Specifically, in Spain, the construction sector accounted for 10.9% of GDP in 2005 and 2006, falling to 5.3% of GDP in 2014 due to the global recession. Since then, the trend has reversed, with the sector projected to reach approximately 5.5% of GDP in 2023 (INE 2024).

Over the last two decades, housing prices have undergone significant fluctuations. In the late 1990s, housing construction and prices began to grow rapidly until the bursting of the bubble in 2007. From that point on, the sector entered a period of adjustment that ended in 2015; during this time, activity contracted significantly and prices steadily declined. This trend has since reversed, with housing prices returning to an upward trend even despite the Covid-19 pandemic.

It is clear that economic cycles and other disruptions have a significant influence on a sector that is fundamental to any economy, and its evolution must be analyzed due to the "spread" effect (Leontief 1937) that construction generates within the economy.

Keywords

Demand analysis, Home, multi storey building

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

ANÁLISIS DE LA OFERTA DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES DE OBRA NUEVA DE LA CIUDAD DE VALENCIA, EL ÁREA METROPOLITANA, MUNICIPIOS SELECCIONADOS DEL CAMP DE TURIA Y EL MUNICIPIO SAGUNTO.

OFFER ANALYSIS OF NEW CONSTRUCTION SINGLE-FAMILY HOUSES IN THE CITY OF VALENCIA, THE METROPOLITAN AREA, SELECTED MUNICIPALITIES OF THE CAMP DE TURIA AND THE MUNICIPALITY OF SAGUNTO.

Fernando Cos-Gayón López[1,4,5] Ángel Martín Furones[2,4,5] Igor Fernández Plazaola[3,4,5] Kaliane Bauzá Reynaldo[4,5]
Dpto. Construcciones Arquitectónicas[1] - Ing. Cartográfica Geodesia y Fotogrametría[2] - Organización empresas[3] - Cátedra Observatorio Vivienda[4] / Universitat Politècnica de València[5]

INTRODUCCIÓN

En la mayoría de países desarrollados, el sector construcción es uno de los sectores considerados "locomotora", seguidos de cerca por sus gobiernos entre otros motivos por su capacidad de arrastre sobre otros sectores. Las cifras del sector son analizadas al detalle tanto a nivel macro como microeconómicamente. En concreto en el caso de España el sector de la construcción llegó a representar el 10,9% del PIB en los años 2005 y 2006, cayendo, debido a la recesión mundial hasta el 5,3% del PÌB en el año 2014 y cambiando la tendencia desde entonces para aproximarse al 5,5% del PIB en el 2023 (INE 2024).

A lo largo de las dos últimas décadas, el precio de la vivienda ha sufrido importantes variaciones. A finales de la década de los noventa del siglo pasado la construcción de vivienda y su precio comenzaron a crecer a un ritmo acelerado hasta el estallido de la burbuja en el año 2007. A partir de dicho momento, el sector entró en una etapa de ajuste que se dio por finalizada en el año 2015; durante dicho periodo la actividad se contrajo significativamente y los precios no pararon de descender. Esa tendencia se ha visto revertida volviendo a tendencias alcistas en los precios de las viviendas incluso a pesar de la pandemia por Covid19.

Es evidente que los ciclos económicos y otras alteraciones tienen una gran influencia en un sector fundamental para cualquier economía y que se debe analizar su evolución por el efecto "arrastre" (Leontief 1937) que la construcción genera en la economía.

METODOLOGÍA

El estudio se realiza mediante el análisis diario de las plataformas digitales de mayor difusión del mercado junto con consultas telefónicas y visitas a las zonas de interés. La oferta se segmenta en función de la tipología adosado, pareado o independiente y por ubicación.

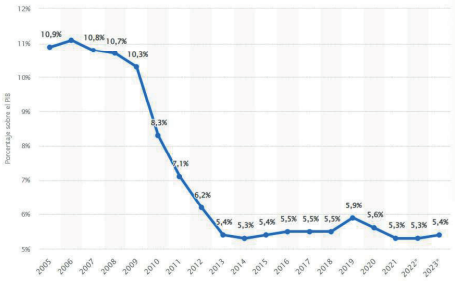


Imagen 1. Evolución del PIB
Image 1. GDP Evolution.

OBJETIVO

El objetivo principal de la presente investigación consiste en determinar y analizar la evolución de la oferta de viviendas unifamiliares de obra nueva en la ciudad de Valencia, el área metropolitana, municipios seleccionados del Camp de Turia y el municipio de Sagunto, desde el punto de vista de la cantidad de inmuebles y el precio medio.

OBJECTIVE

The main objective of this research is to know and analyze the evolution of the supply of new construction single-family homes in the city of Valencia, the metropolitan area, selected municipalities of the Camp de Turia and the municipality of Sagunto, from the point of view of the number of properties and the average price.

INTRODUCTION

In most developed countries, the construction sector is one of the sectors considered "locomotive", closely followed by their governments, among other reasons, for their ability to carry over other sectors. The sector's figures are analyzed in detail both at the macro and microeconomic levels. Specifically, in the case of Spain, the construction sector came to represent 10.4% of GDP in 2005 and 2006, falling, due to the world recession, to 5.1% of GDP in 2014 and changing the trend since then to approach 6% of GDP in 2021 (INE 2021).

Over the last two decades, the price of housing has undergone significant variations. At the end of the nineties of the last century the construction of housing and its price began to grow at an accelerated rate until the "buble" bursting in 2007. From that moment, the sector entered a phase of adjustment which was terminated in 2015; During this period, activity contracted significantly and prices did not stop falling. That trend has been reversed by reverting to uptrends in home prices even despite the pandemic situation.

It is evident that economic cycles and other alterations have a great influence on a fundamental sector for any economy and that its evolution must be analyzed due to the "drag" effect (Leontief 1937) that construction generates in the economy.

METHODOLOGY

The study is carried out by means of the daily analysis of the digital platforms with greatest diffusion in the market together with telephone consultations and visits to the areas of interest. The offer is segmented according to the type of townhouse, semi-detached or independent and by location.

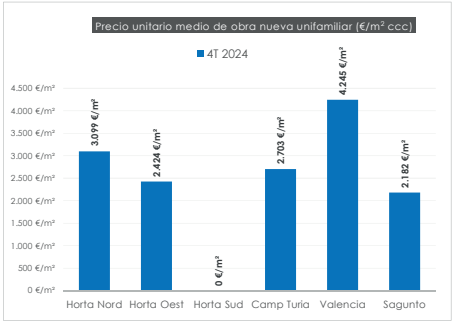


Imagen 2. Precio unitario medio (€/m2) de obra nueva unifamiliar
Image 2. Average unit price (€/m2) of new construction single-family houses

cátedra observatorio vivienda

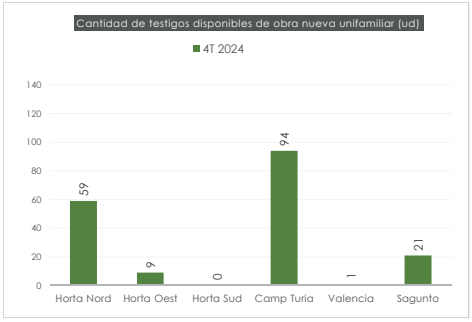


Imagen 3. Cantidad de testigos disponibles de obra nueva unifamiliar.
Image 3. Number of irems for new construction single-family houses

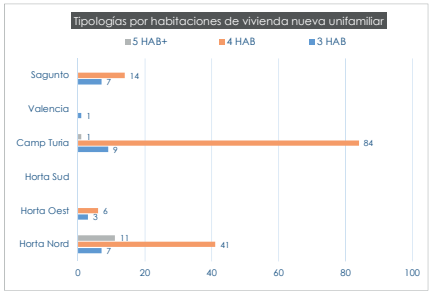


Imagen 4. Tipologías de viviendas de obra nueva unifamiliar por habitaciones
Image 4. Typologies of single-family new construction homes by rooms

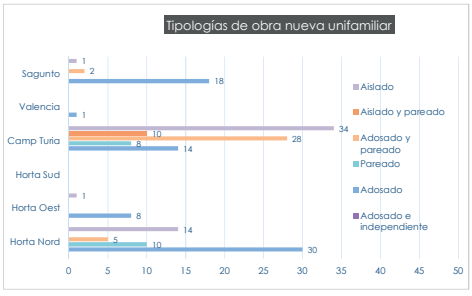


Imagen 5. Tipologías de obra nueva unifamiliar
Image 5. Typologies of new single-family construction

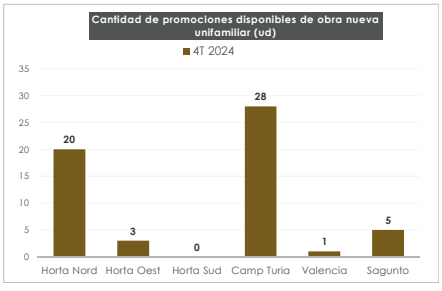


Imagen 6. Cantidad de promociones de obra nueva unifamiliar
Image 6. Number of single-family new construction developments

RESULTADOS y CONCLUSIONES

La oferta de vivienda unifamiliar muestra signos de crecimiento. Los precios más altos se registran en la Horta Nord y luego en la ciudad de Valencia, el más bajo en Sagunto. La cantidad de testigos y también de promociones aumenta a medida que nos alejamos del centro de la ciudad, observándose un amplio crecimiento en los municipios el Camp de Turia. La tipología más repetida es la de 3 habitaciones, además de los adosados y los aislados, a excepción del Camp de Turia donde se observan todas las tipologías posibles, y es donde la vivienda unifamiliar alcanza un amplio crecimiento.
Para la próxima etapa se espera realizar análisis comparativos en las distintas áreas.

RESULTS & CONCLUSIONS

The supply of single-family housing shows signs of growth. The highest prices are recorded in Horta Nord and then in the city of Valencia, the lowest in Sagunto. The number of witnesses and also promotions increases as we move away from the city center, with extensive growth observed in the Camp de Turia municipalities. The most repeated typology is the 3-bedroom, in addition to the semi-detached and the detached, with the exception of Camp de Turia where all possible typologies are observed, and it is where single-family housing achieves extensive growth.
For the next stage, it is expected to carry out comparative analyzes in the different areas.

BIBLIOGRAFIA

- Wassily W. Leontief (1937). "Interrelation of Prices, Output, Savings and Investment: A Study in Empirical Application of Economic Theory of General Interdependence". Review of Economics and Statistics. 19 (3): 109–132. doi:10.2307/1927343.
- Instituto Nacional de Estadística (INE, 2023).
- Cátedra Observatorio de la Vivienda (2024). "Sector Inmobiliario 4º trimestre 2024", Cátedra Observatorio de la Vivienda UPV

ANÁLISIS DE LA OFERTA DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES DE OBRA NUEVA DE LA CIUDAD DE VALENCIA, EL ÁREA METROPOLITANA, MUNICIPIOS SELECCIONADOS DEL CAMP DE TURIA Y EL MUNICIPIO SAGUNTO.

OFFER ANALYSIS OF NEW CONSTRUCTION SINGLE-FAMILY HOUSES IN THE CITY OF VALENCIA, THE METROPOLITAN AREA, SELECTED MUNICIPALITIES OF THE CAMP DE TURIA AND THE MUNICIPALITY OF SAGUNTO.

Fernando Cos-Gayón López[1,4,5] Ángel Martín Furones[2,4,5] Igor Fernández Plazaola[3,4,5] Kaliane Bauzá Reynaldo[4,5]

Dpto. Construcciones Arquitectónicas[1] - Ing. Cartográfica Geodesia y Fotogrametría[2] - Organización empresas[3] - Cátedra Observatorio Vivienda[4] / Universitat Politècnica de València[5]

Abstract

In most developed countries, the construction sector is one of the sectors considered "locomotive", closely followed by their governments, among other reasons, for their ability to carry over other sectors. The sector's figures are analyzed in detail both at the macro and microeconomic levels. Specifically, in the case of Spain, the construction sector came to represent 10.4% of GDP in 2005 and 2006, falling, due to the world recession, to 5.1% of GDP in 2014 and changing the trend since then to approach 6% of GDP in 2021 (INE 2021).
Over the last two decades, the price of housing has undergone significant variations. At the end of the nineties of the last century the construction of housing and its price began to grow at an accelerated rate until the "buble" bursting in 2007. From that moment, the sector entered a phase of adjustment which was terminated in 2015; During this period, activity contracted significantly and prices did not stop falling. That trend has been reversed by reverting to uptrends in home prices even despite the pandemic situation.
It is evident that economic cycles and other alterations have a great influence on a fundamental sector for any economy and that its evolution must be analyzed due to the "drag" effect (Leontief 1937) that construction generates in the economy.

Keywords

Demand analysis, Home, single familyhouse

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

ANÁLISIS DE LA OFERTA DE OBRA NUEVA EN EDIFICIOS PLURIFAMILIARES EN VALENCIA

VALENCIA NEW MULTI STOREY RESIDENTIAL BUILDING DEMAND ANALYSIS

Fernando Cos-Gayón López[1,4,5] Ángel Martín Furones[2,4,5] Igor Fernández Plazaola[3,4,5] Kaliane Bauzá Reynaldo[4,5]
Dpto. Construcciones Arquitectónicas[1] - Ing. Cartográfica Geodesia y Fotogrametría[2] - Organización empresas[3] - Cátedra Observatorio Vivienda[4] / Universitat Politècnica de València[5]

INTRODUCCIÓN

En la mayoría de países desarrollados, el sector construcción es uno de los sectores considerados "locomotora", seguidos de cerca por sus gobiernos entre otros motivos por su capacidad de arrastre sobre otros sectores. Las cifras del sector son analizadas al detalle tanto a nivel macro como microeconómicamente. En concreto en el caso de España el sector de la construcción llegó a representar el 10,9% del PIB en los años 2005 y 2006, cayendo, debido a la recesión mundial hasta el 5,3% del PÎB en el año 2014 y cambiando la tendencia desde entonces para aproximarse al 5,5% del PIB en el 2023 (INE 2024).

A lo largo de las dos últimas décadas, el precio de la vivienda ha sufrido importantes variaciones. A finales de la década de los noventa del siglo pasado la construcción de vivienda y su precio comenzaron a crecer a un ritmo acelerado hasta el estallido de la burbuja en el año 2007. A partir de dicho momento, el sector entró en una etapa de ajuste que se dio por finalizada en el año 2015; durante dicho periodo la actividad se contrajo significativamente y los precios no pararon de descender. Esa tendencia se ha visto revertida volviendo a tendencias alcistas en los precios de las viviendas incluso a pesar de la pandemia por Covid19.

Es evidente que los ciclos económicos y otras alteraciones tienen una gran influencia en un sector fundamental para cualquier economía y que se debe analizar su evolución por el efecto "arrastre" (Leontief 1937) que la construcción genera en la economía.

METODOLOGÍA

El estudio se realiza mediante el análisis diario de las plataformas digitales de mayor difusión del mercado junto con consultas telefónicas y visitas a las zonas de interés. La oferta se segmenta y homogeniza eliminando VPO/VPP, áticos y plantas bajas y ponderando viviendas con terrazas mayores de 15m2.

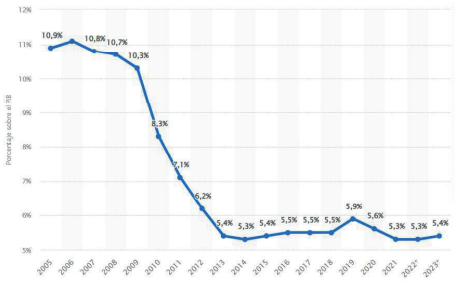


Imagen 1. Evolución del PIB
Image 1. GDP Evolution.

OBJETIVO

El objetivo principal de esta investigación consiste en conocer y analizar la evolución de la oferta de viviendas plurifamiliares de obra nueva en la ciudad de Valencia y las hortas del área metropolitana desde el punto de vista de la cantidad de inmuebles y el precio medio de ciudad, distrito y barrio.

OBJECTIVE

The main objective of this research is to know and analyze the evolution of the supply of new construction multi storey residential buildings in the city of Valencia from the point of view of the quantity of properties and the average price of the city, district and neighborhood.

INTRODUCTION

In most developed countries, the construction sector is one of the sectors considered "locomotive", closely followed by their governments, among other reasons, for their ability to carry over other sectors. The sector's figures are analyzed in detail both at the macro and microeconomic levels. Specifically, in the case of Spain, the construction sector came to represent 10.4% of GDP in 2005 and 2006, falling, due to the world recession, to 5.1% of GDP in 2014 and changing the trend since then to approach 6% of GDP in 2021 (INE 2021).

Over the last two decades, the price of housing has undergone significant variations. At the end of the nineties of the last century the construction of housing and its price began to grow at an accelerated rate until the "buble" bursting in 2007. From that moment, the sector entered a phase of adjustment which was terminated in 2015; During this period, activity contracted significantly and prices did not stop falling. That trend has been reversed by reverting to uptrends in home prices even despite the pandemic situation.

It is evident that economic cycles and other alterations have a great influence on a fundamental sector for any economy and that its evolution must be analyzed due to the "drag" effect (Leontief 1937) that construction generates in the economy.

METHODOLOGY

The study is carried out by means of the daily analysis of the digital platforms with greatest diffusion in the market together with telephone consultations and visits to the areas of interest. The offer is segmented and homogenized by eliminating VPO / VPP, penthouses and ground floors and weighing homes with terraces larger than 15m2.

Imagen 2. Precio unitario medio (€/m2) de obra nueva por año en las comarcas del área metropolitana de Valencia.
Image 2. Average unit price (€/m2) of new construction per quarter in the regions of the metropolitan area of Valencia.

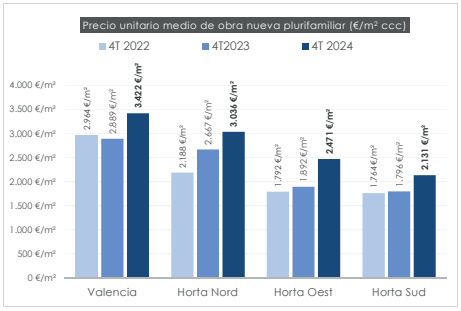
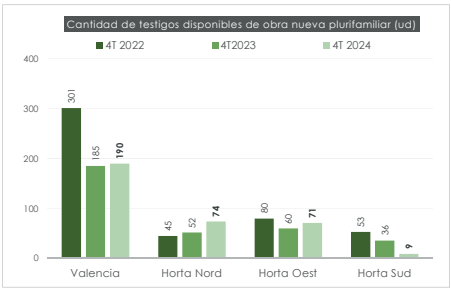


Imagen 3. Cantidad de testigos disponibles de obra nueva por año en las comarcas del área metropolitana de Valencia.
Image 3. Number of new construction items available per quarter in the regions of the Valencia metropolitan area.



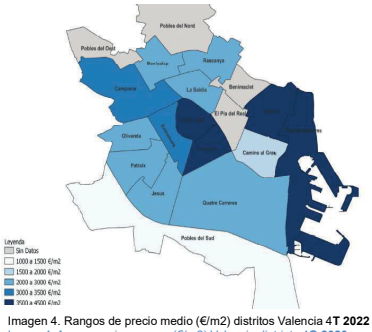


Imagen 4. Rangos de precio medio (€/m2) distritos Valencia **4T 2022**
Image 4. Average price ranges (€/m2) Valencia districts **4Q 2020**

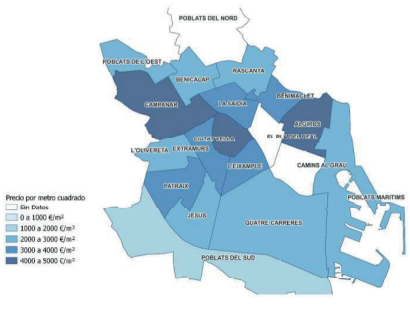


Imagen 5. Rangos de precio medio (€/m2) distritos Valencia **4T 2023**
Image 5. Average price ranges (€/m2) Valencia districts **4Q 2021**

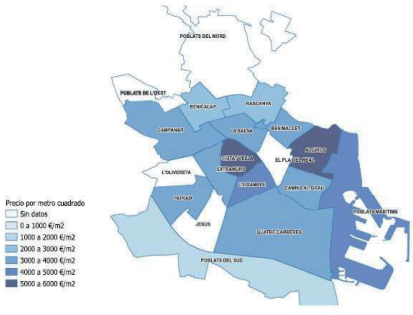


Imagen 6. Rangos de precio medio (€/m2) distritos Valencia **4T 2024**
Image 6. Average price ranges (€/m2) Valencia districts **4Q 2022**

RESULTADOS y CONCLUSIONES

Los precios de la ciudad de Valencia se han incrementado un 15% respecto al 4T 2022 pero lo más significativo es la drástica disminución de testigos habiendo descendido un 37% en el mismo período. El rango de precio por distritos de la ciudad de Valencia sufre pequeñas variaciones manteniendo tendencias.
A pesar del entorno de incertidumbre económico y sanitario por inflación y pandemia en los últimos tres años el precio de las viviendas se ha mantenido al alza y una razón importante es la significativa bajada de testigos y por tanto de oferta.

RESULTS & CONCLUSIONS

The prices in the city of Valencia have increased by 15% compared to Q4 2022, but the most significant thing is the drastic decrease in witnesses, having decreased by 37% in the same period. The price range by districts of the city of Valencia suffers small variations, maintaining trends.
Despite the environment of economic and health uncertainty due to inflation and pandemic, in the last three years, housing prices have remained on the rise and an important reason is the significant drop in witnesses and therefore in supply.

BIBLIOGRAFIA

- Wassily W. Leontief (1937). "Interrelation of Prices, Output, Savings and Investment: A Study in Empirical Application of Economic Theory of General Interdependence". Review of Economics and Statistics. 19 (3): 109–132. doi:10.2307/1927343.
- Instituto Nacional de Estadística (INE, 2023).
- Cátedra Observatorio de la Vivienda (2024). "Sector Inmobiliario 4º trimestre 2024", Cátedra Observatorio de la Vivienda UPV

CHAPTER 2

SUSTAINABILITY

CAPÍTULO 2 ***SOSTENIBILIDAD***

LAGUNAS INTERDUNARIAS URBANAS: RECURSO NATURAL IMPORTANTE GENERADORAS DE BIENESTAR SOCIAL DE LAS AREAS METROPOLITANAS COSTERAS Y DESARROLLO DE SOSTENIBILIDAD.

URBAN INTERDUNE LAGOONS: AN IMPORTANT NATURAL RESOURCE THAT GENERATES SOCIAL WELFARE IN COASTAL METROPOLITAN AREAS AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT.

Fabiola Colmenero Fonseca
Investigadora en el Departamento de Formación. Universidad Americana de Europa. fabiola.colmenero@aulagrupo.es. Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universidad Politécnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. University Institute of Materials Technology fcolfon@upvnet.upv.es

Maria del Carmen ixtepan Turrent
Doctorante de proyectos: universidad Americana de Europa
PhD. Student of Projects. American University of Europe; mcixtepanturrent@hotmail.com

Javier Cárcel Carrasco
Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universitat Politècnica de València I España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fracarc1@csa.upv.es
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València I España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fracarc1@csa.upv.es

Andrés Salas Montoya
Research Prof. Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.Civil Engineering Department, Carrera 27, 64-60, Manizales Colombia, 170001, e-mail: asalasmo@unal.edu.co

Alejandro Guzmán Ramírez
Investigador Universidad de Guanajuato, Departamento de Arquitectura. Av. Juárez 77. 36000 Guanajuato, Gto. México. e-mail: alejandroguzman06@gmail.com

Abstract

Globalization has significantly boosted port areas worldwide, generating a greater need for infrastructure to meet the Rowling commercial influx. This development and the expansion of ports contribute to integrating surrounding municipalities and forming coastal metropolitan areas. However, achieving sustainability in these regions requires coordinated efforts, interdisciplinary knowledge, and the participation of diverse actors.

This study combines the MuSIASEM method and a mixed methodology to identify the common characteristics of interdunal lagoons and their relationship with urban activity, also incorporating a SWOT analysis. It highlights the need for national and state governments to adopt a comprehensive vision that values the environmental and ecosystem aspects of these natural environments and the social well-being they generate for the population.

It is concluded that the conservation and sustainable integration of interdune lagoons requires good governance and urban planning that balances economic development with environmental preservation.

Keywords

Social welfare, good governance, natural environment, metropolis, sustainability

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

ECOSISTEMAS URBANOS COSTEROS: INFRAESTRUCTURA SOSTENIBLE A TRAVES DE LAS LAGUNAS INTERDUNARIAS Y SU IMPACTO EN EL BIENESTAR SOCIAL

COASTAL URBAN ECOSYSTEMS SUSTAINABLE INFRAESTRUCTURE THROUGH INTERDUNARY LAGOONS AND THER IMPACT ON SOCIAL WELL-BEING

Fabiola Colmenero Fonseca[1,2,3], Maria del Carmen Ixtepan Turrent[3], Javier Cárcel Carrasco[2], Juan francisco Palomino Bernal[2] Ramiro Rodríguez Perez[2]
Universitat Lasalle of Mexico [1]; Universitat Politècnica de València[2]; American Universitat of Europe [3]

INTRODUCCIÓN

La urbanización e industrialización han transformado profundamente los ecosistemas naturales, provocando una fragmentación del hábitat y la pérdida de conectividad ecológica, factores que afectan gravemente la biodiversidad urbana. En este contexto, surge la necesidad de evaluar cómo estos cambios influyen en la salud de los ecosistemas urbanos y cómo las estrategias de conservación pueden ser integradas de manera efectiva en la planificación urbana para promover un entorno más sostenible. Este estudio se enfoca en la ciudad de Boca del Río, Veracruz, para examinar estos impactos y proponer soluciones innovadoras.

INTRODUCTION

Urbanization and industrialization have profoundly transformed natural ecosystems, causing habitat fragmentation and loss of ecological connectivity, factors that seriously affect urban biodiversity. In this context, the need arises to assess how these changes influence the health of urban ecosystems and how conservation strategies can be effectively integrated into urban planning to promote a more sustainable environment. This study focuses on the city of Boca del Río, Veracruz, to examine these impacts and propose innovative solutions.



magen 1.- Tomada de internet
mage 1.- taken from the internet
https://programandovalores.wordpress.com/2014/09/18/urbanizacion/

OBJETIVOS

1. Analizar el impacto de la urbanización e industrialización en la biodiversidad y conectividad ecológica en Boca del Río, Veracruz.
2. Desarrollar e implementar indicadores de sostenibilidad para evaluar la salud de los ecosistemas urbanos.
3. Proponer estrategias de conservación y planificación urbana para mejorar la conectividad ecológica y reducir los efectos negativos de la urbanización.

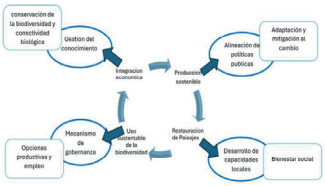


Imagen 2.- Gestión territorial urbano-natural
Fuente: Elaboración propia

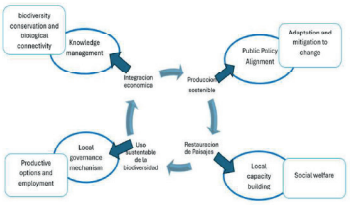
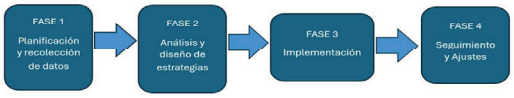


Image 2.- Urban-natural territorial management
Fountain: own authorsip

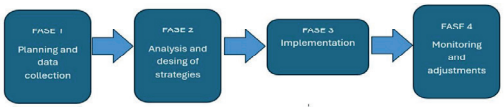
OBJETIVES

1. To analyze the impact of urbanization and industrialization on biodiversity and ecological connectivity in Boca del Río, Veracruz.
2. Develop and implement sustainability indicators to assess the health of urban ecosystems.
3. Propose conservation and urban planning strategies to improve ecological connectivity and reduce the negative effects of urbanization.

FASES METODOLOGIA



METHODOLOGICAL PHASE



JUSTIFICACION

La fragmentación de los ecosistemas urbanos y la disminución de la conectividad ecológica son desafíos crecientes que afectan la biodiversidad y la calidad de vida en áreas metropolitanas. Este estudio busca proporcionar una base científica para la toma de decisiones urbanas que integren la conservación de la biodiversidad como un componente esencial de la sostenibilidad urbana, con el objetivo de crear ciudades más resilientes y habitables.

RATIONALE

The fragmentation of urban ecosystems and the decrease in ecological connectivity are growing challenges that affect biodiversity and quality of life in metropolitan areas. This study seeks to provide a scientific basis for urban decision-making that integrates biodiversity conservation as an essential component of urban sustainability, with the aim of creating more resilient and livable cities.

MATERIALES Y METODOS

Se realizó una revisión exhaustiva de la literatura sobre urbanización, biodiversidad y conectividad ecológica. Además, se llevó a cabo un estudio de caso en Boca del Río, Veracruz, donde se aplicaron métodos cualitativos y cuantitativos. Para la validación de los resultados, se diseñaron indicadores innovadores de sostenibilidad, que fueron aplicados en 10 áreas metropolitanas. Los datos fueron analizados para medir la fragmentación del hábitat, los efectos de las islas de calor y los niveles de contaminación del aire.

MATRIZ DE RELACION DE SITUACION EXISTENTE DEL ENTORNO URBANO NATURAL

FACTOR	CRITERIO	VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE DEPENDIENTE
SOCIAL -ECONOMICO	POBLACION	SEGURIDAD PROTECCION	INUNDACIONES
			BANDALISMO
SITUACION JURIDICA	INTERVENCION	AREA PROTEGIDA PRIVADA MUNICIPAL	RECURSOS
MEDIO AMBIENTE	MICRO CLIMA CALIDAD DEL AGUA	FEDERAL REDUCCION DE ISLAS DE RESERVA ACUIFERO FILTRACION DE AGUA	VEGETACION ENDEMICA RIESGO ABSORCION
	PROTECCION DE FAUNA Y FLORA	ESPECIES EN PELIGRO DE EXTINCION	AVES MIGRATORIAS
	ACCESIBILIDAD	ESPECIES ENDEMICAS EXISTENTES PEATONAL CICLISTA	VEGETACION ENDEMICA ACERAS SEGURAS CARRIL CICLISTA
MOVILIDAD	CONECTIVIDAD	TRANSPORTE PUBLICO	EFICIENTE

Imagen 3.- Grafica de relación de variables,
Fuente:Autoría propia

MATERIALS AND METHOD:

An exhaustive review of the literature on urbanization, biodiversity and ecological connectivity was carried out. In addition, a case study was carried out in Boca del Río, Veracruz, where qualitative and quantitative methods were applied. To validate the results, innovative sustainability indicators were designed, which were applied in 10 metropolitan areas. The data were analyzed to measure habitat fragmentation, the effects of heat islands, and air pollution levels.

MATRIX OF RELATIONSHIP OF EXISTING SITUATION OF THE NATURAL URBAN ENVIRONMENT

FACTOR	CRITERION	INDEPENDENT VARIABLE	DEPENDENT VARIABLE
SOCIAL -ECONOMIC	POPULATION	SECURITY PROTECTION	FLOODS
			BANDALISM
LEGAL STATUS	INTERVENTION	PROTECTED AREA PRIVATE MUNICIPAL	RESOURCES
ENVIRONMENT	MICRO CLIMATE WATER QUALITY	FEDERAL OF HEAT AQUIFER RESERVE WATER FILTRATION	VEGETACION ENDEMICA RISK ABSORPTION
	PROTECTION OF FAUNA AND FLORA	RENDANGERED SPECIES EXTINSION	MIGRATORY BIRDS
	ACCESIBILIDAD	ENDEMIC SPECIES EXISTING PEDESTRIAN CYCLIST	VEGETATION ENDEMIC SAFE SIDEWALKS CYCLING LANE
MOVILIDAD	CONECTIVIDAD	PUBLIC TRANSPORT CONNECTIVITY	EFFICIENT

Image 3.- Variable rrlationship graph
Fountain: own authorsip

HALLAZGOS

- El 40% de los ecosistemas urbanos en Boca del Río han experimentado una fragmentación significativa en los últimos 30 años.
- En un análisis de 10 áreas metropolitanas, el 60% presenta una baja conectividad ecológica.
- La implementación de indicadores de sostenibilidad podría mejorar la salud de los ecosistemas urbanos en un 30%, reducir los efectos de las islas de calor en un 25% y disminuir los niveles de contaminación del aire en un 18%.
- La conservación de fragmentos de ecosistemas urbanos mostró una mejora del 22% en la resiliencia ecológica.

FINDINGS:

- 40% of the urban ecosystems in Boca del Río have experienced significant fragmentation in the last 30 years.
- In an analysis of 10 metropolitan areas, 60% have low ecological connectivity.
- Implementing sustainability indicators could improve the health of urban ecosystems by 30%, reduce the effects of heat islands by 25%, and decrease air pollution levels by 18%.
- Conservation of fragments of urban ecosystems showed a 22% improvement in ecological resilience.

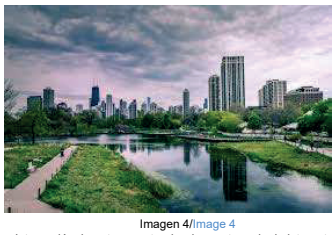


Imagen 4/Image 4
Integración de entorno natural-.urbano , tomada de internet
Integration of urban natural -environment, take from the internet

CONCLUSIONES:

Los resultados subrayan la importancia de integrar la conservación de ecosistemas en la planificación urbana para mejorar la conectividad ecológica y la sostenibilidad a largo plazo. La aplicación de indicadores de sostenibilidad no solo contribuye a la mejora de la salud de los ecosistemas, sino que también promueve un entorno urbano más habitable y resiliente. La creación de estrategias de conservación eficaces es esencial para mitigar los impactos negativos de la urbanización y fomentar un desarrollo urbano más equilibrado y sostenible.

CONCLUSIONS:

The results underscore the importance of integrating ecosystem conservation into urban planning to improve ecological connectivity and long-term sustainability. The application of sustainability indicators not only contributes to the improvement of the health of ecosystems, but also promotes a more livable and resilient urban environment. Creating effective conservation strategies is essential to mitigate the negative impacts of urbanization and foster more balanced and sustainable urban development.

BIBLIOGRAFÍA/BIBLIOGRAPHY

- Alejandro Iza (2019) Gobernanza para la adaptación basada en ecosistemas International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, 89es. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2019.EPLP.89.es
- Arauko. (s.f.) 2021 Buena gobernanza – Humedales Sitio desarrollado por Agencia Triboost. https://humedalesarauko.cl/buena-gobernanza/ consultado el 21 de agosto 2024
- Azuz-Adeath, I. (2023b). Comunidades costeras y gobernanza. En EPOMEX-UAC eBooks (pp. 309-330).https://doi.org/10.26359/epomex01202310
- CAF. (2019, 18 abril). 10 intervenciones exitosas en ciudades de América Latina que se podrían replicar. https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2016/10/10-intervenciones-exitosas-en-ciudades-de-america-latina-que-se-podrian-replicar/ consultado 21 21 de agosto 2024
- Giampietro, M., Aspinall, R., Ramos-Martin, J., y Bukkens, S. (2014). Resource accounting for sustainability assessment: The nexus between energy, food, water and land use. Routledge.
- Hidro SM. (2021, 13 octubre). Recuperación de cuerpos de agua 💧 - Presentación del proyecto [Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=WG6tA6PYr3E
- La restauración de ríos y lagos - Revista Ciencias. (s. f.). https://www.revistacienciasunam.com/en/81-revistas/revista-ciencias-72/668-la-restauracion-de-rios-y-lagos.html
- Pérez-Sánchez, L., Giampietro, M., Velasco-Fernández, R., y Ripa, M. (2019). Characterizing the metabolic pattern of urban systems using MuSIASEM: The case of Barcelona. Energy Policy, 124, 13-22.

CELDAS SOLARES COMO PUENTE ENTRE DESARROLLO SOSTENIBLE Y JUSTICIA ENERGÉTICA: INNOVACIÓN PARA COMUNIDADES CON ALTA RADIACIÓN SOLAR

SOLAR CELL AS A BRIDGE BETWEEN SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND ENERGY JUSTICE: INNOVATION FOR COMMUNITIES WITH HIGH SOLAR RADIATION

Bruno Guadarrama Rincón
1Student Mechatronics Engineering, Universidad La Salle. Av. Benjamín Franklin 45, Colonia Condesa, Cuauhtémoc, 06140 Mexico City, CDMX, Mexico. e-mail: b.gr@lasallistas.org.mx

Fabiola Colmenero Fonseca
Universidad de La Salle México. Department of Architecture, Design and Communication I Mexico Av. Benjamín Franklin 45, Colonia Condesa, Cuauhtémoc, 06140 Mexico City, CDMX, Mexico. e-mail: fabiola.colmenero@lasalle.mx /University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fcolfon@upvnet.upv.es

Lauren Yolanda Gómez Zamorano
, Research Prof. Universidad Autónoma de Nuevo León. Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Doctoral Program in Materials Engineering

Amparo Borrell
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València I España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia,Spain) E-mail: aborrell@upv.es

Abstract

La pobreza energética sigue siendo un obstáculo fundamental para el desarrollo sostenible, que afecta de manera desproporcionada a las comunidades de las regiones en desarrollo con alta radiación solar. Estas zonas, que a menudo se enfrentan a un acceso limitado a la energía, experimentan desigualdades socioeconómicas amplificadas. Este estudio explora el potencial de las células solares innovadoras como una solución sostenible para cerrar la brecha energética y promover la justicia y la equidad. Esta investigación examina la intersección de la gobernanza, los marcos ecológicos y la adaptación a la tecnología solar mediante el empleo de un enfoque de métodos mixtos, que incluye estudios de caso cualitativos en 10 comunidades latinoamericanas y análisis cuantitativos utilizando el Índice de Desarrollo Sostenible (SDI).
Los resultados revelan que la integración de tecnologías de energía renovable adaptadas a las necesidades locales y una gobernanza sólida reduce la pobreza energética en un 25% y mejora los indicadores de desarrollo comunitario en un 30%. Las celdas solares desarrolladas en este estudio demuestran una eficiencia significativa en el aprovechamiento de la alta radiación solar, proporcionando soluciones escalables y rentables para las comunidades marginadas. Este documento concluye que abordar la pobreza energética exige un enfoque holístico que combine la gobernanza, la innovación ecológica y la adaptación tecnológica impulsada por la comunidad. Al utilizar la SDI para medir los resultados, esta investigación destaca el potencial transformador de la energía solar para fomentar el desarrollo sostenible e inclusivo.

Keywords :
Pobreza energética, Desarrollo sostenible, Celdas solares, Innovación tecnológica, Justicia energética

Agradecimientos: Los autores agradecen a la Universidad de la La Salle México y la Vicerrectoria de Investigación por el apoyo y el financiamiento a este proyecto. los fondos de los materiales para la realización provienen del Proyecto Cold3E (I+D+i CNS2023-144190), financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 "FEDER Una manera de hacer Europa" y por la Unión Europea "NextGenerationEU"/PRTR)

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

CELDAS SOLARES COMO PUENTE ENTRE DESARROLLO SOSTENIBLE Y JUSTICIA ENERGÉTICA: INNOVACIÓN PARA COMUNIDADES CON ALTA RADIACIÓN SOLAR

SOLAR CELL AS A BRIDGE BETWEEN SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND ENERGY JUSTICE: INNOVATION FOR COMMUNITIES WITH HIGH SOLAR RADIATION

Bruno Guadarrama Rincón[1], Fabiola Colmenero Fonseca[2,4] , Lauren Yolanda Gómez Zamorano[3] , Amparo Borrell[4]
Mechatronics Engineering, Universidad La Salle[1], Universidad de La Salle México. Office of the Vice-Rector for Research. Department of Architecture, Design and Communication. [2] Research Prof. Universidad Autónoma de Nuevo León. Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Doctoral Program in Materials Engineering[3]. University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València [4]

INTRODUCCIÓN/ INTRODUCTION

La pobreza energética afecta a millones de personas en el mundo, especialmente en comunidades de países en desarrollo, limitando el acceso a recursos básicos y perpetuando desigualdades sociales. Curiosamente, muchas de estas regiones poseen altos niveles de radiación solar, un recurso poco aprovechado hasta ahora. Este estudio propone un enfoque integral para abordar esta problemática mediante la implementación de celdas solares innovadoras, diseñadas para maximizar el uso de la energía solar en comunidades vulnerables. Al integrar tecnología adaptativa con modelos de gobernanza eficiente, se busca no solo mejorar la calidad de vida en estas zonas, sino también demostrar que las soluciones renovables pueden ser herramientas clave para promover la justicia energética y el desarrollo sostenible. Energy poverty affects millions of people around the world, especially in communities of less developed countries, limiting access to basic resources and perpetuating social inequalities. Curiously, many of these regions have high levels of solar radiation, an underutilized resource until now. This study proposes an integral focus to abord this problem through the implementation of innovative solar cells, designed to maximize the use of the solar energy in vulnerable communities.



OBJETIVOS

Reducir la pobreza energética en comunidades vulnerables con alta radiación solar mediante el diseño, implementación y evaluación de celdas solares innovadoras. La propuesta busca impulsar el desarrollo socioeconómico sostenible a través de la integración de tecnología adaptativa, gobernanza local eficiente y principios ecológicos.



Imagen 1. Propuesta instalación fotovoltaica
Image 1. Photovoltaic installation proposal

PLAN EXPERIMENTAL / EXPERIMENTAL PLAN

Materiales

Este estudio empleó un enfoque metodológico mixto que combina análisis cualitativos y cuantitativos para evaluar el impacto de celdas solares innovadoras en la reducción de la pobreza energética en comunidades con alta radiación solar.

Diseño de las celdas solares

Se desarrollaron prototipos de celdas solares utilizando materiales ecológicos y de bajo costo, optimizados para su optima implementación dentro de las comunidades, con un diseño que permite tener sistemas modulares de dimensiones reducidas, adaptables a las necesidades específicas de cada vivienda, logrando ser fácilmente instalados en cualquier tipo de superficie, siendo sistemas escalables para las diferentes demandas de cada vivienda.

Estas nuevas celdas fotovoltaicas utilizan semiconductores alternativos a los convencionales, reduciendo costos y mejora el rendimiento, priorizando la flexibilidad y la modularidad, lo que facilita su transporte a comunidades remotas, simplifica la instalación sin necesidad de técnicos especializados, y reduce los costos de mantenimiento al permitir intervenciones puntuales sin afectar el sistema completo, facilitando la recopilación de datos sobre su rendimiento operativo para evaluar su efectividad y realizar los ajustes necesarios para su maximización.

Selección de comunidades

Se seleccionaron 10 comunidades en América Latina que cumplieran con una alta incidencia solar, un bajo índice de electrificación, ser categorizadas con requerimiento de extensión de red por la Secretaría de Energía (SENER) y contar con una Potencia específica fotovoltaica superior a 1600 kWh/kWp y radiación directa mayor a 1500 kWh/m². Seleccionando así las 10 comunidades mostradas en la Tabla 1, fueron priorizadas por su ubicación en áreas con alta radiación solar, presentando las condiciones ideales para implementar soluciones fotovoltaicas

Análisis Cualitativo

Se realizaron entrevistas semiestructuradas y grupos focales con líderes comunitarios, usuarios potenciales y autoridades locales para identificar barreras, necesidades y percepciones relacionadas con el acceso energético y el uso de tecnologías renovables.

Las principales barreras identificadas incluyen:

•Altos costos iniciales al requerir una inversión significativa para la adquisición, transporte e instalación de paneles solares.

•Mantenimiento complejo: El seguimiento a largo plazo, la capacitación comunitaria y la disponibilidad de refacciones son retos en zonas de difícil acceso.

•Dispersión geográfica: La lejanía de las comunidades dificulta el transporte de equipos y personal técnico.

Sin embargo, se observó una alta aceptación por parte de las comunidades y autoridades hacia las energías renovables, quienes valoran su potencial para mejorar la calidad de vida y proporcionar servicios básicos.

Análisis Cuantitativo

Se recopilaron datos socioeconómicos y energéticos iniciales para establecer una línea base que permitirá medir el impacto de las celdas solares en indicadores clave como acceso a energía, calidad de vida y desarrollo comunitario. A continuación, en la Tabla 2. se resumen los datos recopilados de las comunidades analizadas:



Imagen 4. Mediciones Cualitativas y Cuantitativas de las comunidades
Image 4. Qualitative and quantitative measurements of communities



Imagen 2. Comunidad rural con instalaciones fotovoltaicas
Image 2. Rural communitie with photovoltaic installations

Localidad	Amatán Cerro Brujo	Fortunata	Ranchería Sahueachi	Loma Toro	La Sanguinaria	Arroyo Carrizo	San Miguel Chongos	Loma Cerezal	Loma de Conejo	Santa Cruz Yagavila
Habitantes	110	4	99	51	26	81	521	64	60	608
Población analfabeta	15.45%	25%	47.47%	15.69%	11.54%	37.04%	9.21%	9.38%	1.67%	0.99%
Grado de escolaridad	2.71	2.75	1.79	5.03	4.53	3.2	6.43	6.47	6.11	7.18
Población ocupada laboralmente	26.36%	75%	0.0%	29.41%	26.92%	0.0%	22.26%	18.75%	38.33%	56.91%
Número de viviendas particulares habitadas	21	3	21	14	5	15	119	15	15	179
Viviendas con electricidad	14.29%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	85.71%	86.67%	100.0%	99.44%
Viviendas con radio	14.29%	0.0%	0.0%	28.57%	20.0%	20.0%	52.94%	60.0%	46.67%	53.07%
Viviendas con televisión	0.0%	0.0%	0.0%	14.29%	20.0%	0.0%	19.33%	60.0%	40%	44.69%
Viviendas con refrigerador	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	28.57%	20.0%	40.0%	36.31%
Viviendas con lavadora	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	10.92%	26.67%	6.67%	10.61%
Viviendas con computadora personal	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.84%	6.67%	0.0%	4.47%
Viviendas con teléfono celular	4.76%	66.67%	0.0%	14.29%	60.0%	0.0%	28.57%	73.33%	53.33%	34.08%
Viviendas con internet	4.76%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	25.21%	6.67%	6.67%	11.17%

Tabla 2. Datos socioeconómicos y de acceso energético de las comunidades seleccionadas
Table 2. Socioeconomic and energy access data of the selected communities

Materials

This study used a mixed methodological focus which combines qualitative and quantitative analysis to evaluate the impact of innovating solar cells in the reduction of energy poverty in high solar radiation communities.

Solar cell design

Prototypes of solar cells were developed using ecological and low-cost materials, optimized for optimal implementation within the communities, with a design that allows for modular systems of reduced dimensions, adaptable to the specific needs of each home, being easily installed on any type of surface, being scalable systems for the different demands of each home.

These new photovoltaic cells use alternative semiconductors to conventional ones, reducing costs and improving performance, prioritizing flexibility and modularity, which facilitates their transport to remote communities, simplifies installation without the need for specialized technicians,



Imagen 3. Mapa del Potencial Específico Fotovoltaico de México
Image 3. Mexico Photovoltaic Power Potential Map

Estado	Localidad seleccionada	Potencia Específica Fotovoltaica [kWh/kWp]	Radiación Directa [kWh/m²]
Chiapas	Amatán Cerro Brujo	1500.5	1446.1
Chihuahua	Fortunata	1879.5	2557.2
	Ranchería Sahueachi	1882.3	2602.4
Guerrero	Loma Toro	1717	1869.1
	La Sanguinaria	1637	1658.5
	Arroyo Carrizo	1779.3	2016.6
Oaxaca	San Miguel Chongos	1723.2	2091.2
	Loma Cerezal	1815.9	2176.4
	Loma de Conejo	1889.9	2387.5
	Santa Cruz Yagavila	1542.5	1633.3

Tabla 1. Potencia especifica fotovoltaica y radiación directa de las comunidades seleccionadas
Table 1. Photovoltaic power potential and direct radiation of the selected communities



Imagen 4. Mejora de acceso a energía en comunidades
Image 4. Energy acces improval in communities

RESULTADOS / RESULTS

1. **Desempeño técnico de las celdas solares:** lograron una eficiencia promedio del 18% en condiciones de alta radiación solar (≥5 kWh/m²/día), reduciendo gastos de producción en un 25%, facilitando su implementación en comunidades de bajos recursos.

2.Impacto en el acceso energético:10 comunidades piloto, el acceso a la energía básica aumentó un 40% en promedio, mejorando la iluminación.

3.Desarrollo comunitario: Mejora del 30% en indicadores clave de desarrollo social

4.Aceptación comunitaria: Más del 85% de los participantes consideraron que las celdas solares eran adecuadas a sus necesidades, destacando su facilidad de uso y mantenimiento

5.Relación entre gobernanza y resultados:

Las comunidades con estructuras de gobernanza, con un 25% más de hogares beneficiados y una mejora adicional del 15% en los indicadores de desarrollo sostenible en comparación con las comunidades con gobernanza débil. 1. Technical performance of the solar cells: they achieved an average efficiency of 18% in conditions of high solar radiation (≥5 kWh/m²/day), reducing production costs by 25%, facilitating their implementation in low-income communities.

2.Impact on energy access: 10 pilot communities, access to basic energy increased by 40% on average, improving lighting.

3.Community development: 30% improvement in key social development indicators

4. Community acceptance: More than 85% of participants felt that solar cells were suitable for their needs, highlighting their ease of use and maintenance

5.Relationship between governance and resultsCommunities with governance structures, with 25% more households benefiting and an additional 15% improvement in sustainable development indicators compared to communities with weak governance.

CONCLUSIONES/ CONCLUSIONS

1. Celdas solares como solución eficaz:
Las celdas solares demostraron ser una solución eficiente, económica y sostenible para mitigar la pobreza energética en comunidades vulnerables con alta radiación solar. Su diseño adaptable y bajo costo las posiciona como una tecnología accesible en contextos de bajos recursos.

2.Impacto en la calidad de vida:
La implementación de las celdas solares mejoró significativamente la calidad de vida de las comunidades, facilitando el acceso a servicios energéticos básicos que impulsaron actividades educativas, económicas y sociales.

3.Desarrollo comunitario:
Mejora del 30% en indicadores clave de desarrollo social, como asistencia escolar, actividades productivas y percepción de seguridad nocturna. claridad.

4.Aceptación comunitaria:
Más del 85% de los participantes consideraron que las celdas solares eran adecuadas a sus necesidades, destacando su facilidad de uso y mantenimiento

5.Relación entre gobernanza y resultados:
Las comunidades con estructuras de gobernanza más sólidas integraron en mayor medida las celdas solares, con un 25% más de hogares beneficiados y una mejora adicional del 15% en los indicadores de desarrollo sostenible en comparación con las comunidades con gobernanza débil. Economical and sustainable, solar cells improved the quality of life in communities with high solar radiation, increasing social indicators such as school attendance and perception of safety by 30%. More than 85% of users highlighted its ease of use. Communities with better governance achieved greater coverage and 15% more progress in sustainability.

REFERENCIAS/ REFERENCES

1. Global Solar Atlas. (n.d.). Mexico: Solar resource map. Recuperado de https://globalsolaratlas.info/download/mexico
2. Secretaría de Energía (SENER). (2021). Informe sobre electrificación rural e integrada en México. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/690391/INFORME_Electrificacion_integrado18112021.pdf
3. Todos los pueblos de México. (s/f). mexico.pueblosamerica.com. Recuperado de https://mexico.pueblosamerica.com/

Agradecimientos: Los autores agradecen a la Universidad de la La Salle México y la Vicerrectoria de Investigación por el apoyo y el financiamiento a este proyecto.

los fondos de los materiales para la realización provienen del Proyecto Cold3E (I+D+i CNS2023-144190), financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 "FEDER Una manera de hacer Europa" y por la Unión Europea "NextGenerationEU"/PRTR)

EL FUTURO DEL TRATAMIENTO DE AGUA: AVANCES INNOVADORES EN LA TECNOLOGÍA DE MEMBRANAS CERÁMICAS

THE FUTURE OF WATER TREATMENT: INNOVATIVE ADVANCES IN CERAMIC MEMBRANE TECHNOLOGY

Fabiola Colmenero Fonseca
Universidad de La Salle México. Department of Architecture, Design and Communication I Mexico Av. Benjamín Franklin 45, Colonia Condesa, Cuauhtémoc, 06140 Mexico City, CDMX, Mexico. e-mail: fabiola.colmenero@lasalle.mx /University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fcolfon@upvnet.upv.es

Bruno Guadarrama Rincón
Mechatronics Engineering, Universidad La Salle. Av. Benjamín Franklin 45, Colonia Condesa, Cuauhtémoc, 06140 Mexico City, CDMX, Mexico. e-mail: b.gr@lasallistas.org.mx

Amparo Borrell
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València I España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia,Spain) E-mail: aborrell@upv.es

Rut Benavente Martínez
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València I España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia,Spain) E-mail: rutbmr@upvnet.upv.es

María Dolores Salvador Moya
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València I España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia,Spain) E-mail: dsalva@mcm.upv.es

Abstract
This article explores recent advancements in ceramic membrane technology for water treatment, highlighting their effectiveness in removing contaminants such as heavy metals and pathogens. It examines oxide-based materials like Al2O3, TiO2, SiO2, and ZrO2, commonly used in their production, alongside fabrication techniques and surface modifications that enhance performance. The discussion also includes the environmental and economic implications of implementing these membranes in water treatment facilities. While ceramic membranes present a sustainable and efficient solution, their adoption involves significant initial investments in infrastructure and high operating and maintenance costs. These factors can influence the economic feasibility of water treatment plants. The findings reaffirm ceramic membranes as a promising technology for addressing water pollution challenges.

Keywords: Ceramic membranes; Water treatment; Technological innovations; Contaminant removal; Economic viability; Environmental sustainability.

Agradecimientos: The authors thank La Salle University Mexico and the Vice-Rectory for Research for their support in carrying out the project in Mexico. This publication is part of the R&D projects PID2021-128548OB-C21 and CNS2023-144190, funded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033 "ERDF A way to do Europe" and by the European Union "NextGenerationEU"/PRTR, respectively.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

EL FUTURO DEL TRATAMIENTO DE AGUA: AVANCES INNOVADORES EN LA TECNOLOGÍA DE MEMBRANAS CERÁMICAS

THE FUTURE OF WATER TREATMENT: INNOVATIVE ADVANCES IN CERAMIC MEMBRANE TECHNOLOGY

Fabiola Colmenero Fonseca[1,2] ,Bruno Guadarrama Rincón[3] , Amparo Borrell[1] , Rut Benavente Martínez[1] , María Dolores Salvador Moya[1]
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València[1], Universidad de La Salle México. Department of Architecture, Design and Communication[2], Mechatronics Engineering, Universidad La Salle[3]

INTRODUCTION

Water treatment is a pressing global challenge requiring efficient technologies to remove contaminants and provide clean water. Ceramic membranes are emerging as a promising solution due to their ability to remove heavy metals, pathogens, and other pollutants effectively. This research explores the latest developments in ceramic membranes, focusing on materials, manufacturing techniques, and innovations such as cold sintering, which reduces production costs and enhances membrane performance.

OBJETIVES

1.To develop and optimize ceramic membranes using cold sintering techniques to improve their electrochemical and structural properties.
2.To evaluate the impact of additives with high solubility and ionic conductivity on grain boundary binding and membrane performance.
3.To analyze the environmental and economic feasibility of implementing ceramic membranes in water treatment plants.

Justification

Ceramic membranes stand out for their durability, high selectivity, and resistance to extreme conditions, making them ideal for water treatment applications. Cold sintering presents a groundbreaking method to enhance these properties while reducing energy consumption and production costs. This research contributes to sustainable solutions for global water management by improving pollutant removal efficiency and supporting environmentally responsible technologies.
Visuals: Include diagrams of the cold sintering process, a comparison of conventional vs. cold sintering methods, and performance data of ceramic membranes in removing contaminants.

Experimental Plan

Material Selection

For the manufacture of ceramic membranes by cold sintering, materials based on oxides such as Al2O3, TiO2, SiO2, and ZrO2 will be selected. Additionally, it works with solid electrolyte materials such as LLZO (Li7La3Zr2O12) and LATP (Li1.3Al0.3Ti1.7(PO4)3), known for their high ionic conductivities and potential applications in solid-state batteries.

Cold Sintering Process

•Ceramic Suspension Preparation: Commercial ceramic powders are dispersed in a suitable solvent, usually water or a mixture of organic solvents, to form a homogeneous suspension. Additives with high solubility and ionic conductivity can be added to improve the binding between grain boundaries and increase the density and ionic conductivity of the final material.
•Suspension Compaction: The suspension is compacted in a mold under high pressure (up to several hundred MPa) to form a green body with high initial density.
•Cold Sintering: The compacted green body is subjected to heat treatment at a low temperature (less than 300 °C), while continuous pressure is applied. During this process, the solvent facilitates the dissolution of the sharp edges of the particles, and the subsequent evaporation of the solvent and precipitation of the dissolved species fill the gaps between the particles, achieving high densification.
•Characterization of the Membranes.

Advanced Applications of Ceramic Membranes in Wastewater treatment

To improve the scalability of cold sintering, several key technological innovations are required. First, it is important to maintain stable temperatures and humidity levels within the sintering chambers to prevent defects and ensure the quality of the material . In addition, the sintering mechanisms at the atomic and microstructural levels must be deepened to achieve high densification at low temperatures. Precise control of parameters such as pressure and sintering time is essential to prevent the formation of defects such as blocking layers and pores [1]. Bringing cold sintering to large-scale industrial production requires the design of suitable furnaces and feeding systems, facing challenges of temperature uniformity and low-temperature material handling. In addition, optimization of specific formulations is necessary to enable efficient densification without compromising desired properties.

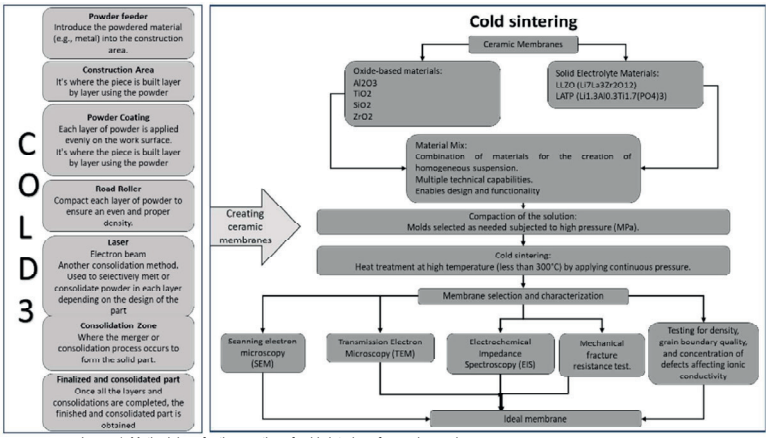


Image 1. Methodology for the creation of cold sintering of ceramic membranes.

Problems and Variables	Explanation	Applications
Pore Size	Pore size controls how efficiently the membrane can separate particles of different sizes.	Tratamiento de agua potable y residual
Pore Size Distribution	Pore size distribution affects the uniformity and efficiency of filtration across the membrane.	Water purification for industrial use
Surface chemical interactions	Chemical interactions such as adsorption, acid-base interactions, and hydrogen bonding can influence the membrane's ability to retain specific contaminants.	Filtration of contaminated wastewater
Surface modification	Modifying the membrane surface with coatings or chemical functionalization can improve filtration selectivity and efficiency.	Industrial effluent treatment
Mass transport mechanisms	Understanding how contaminants move through pores and the porous matrix is critical to optimizing separation efficiency.	Treatment of water contaminated with heavy metals
Mechanical strength and durability	The strength and durability of the ceramic membrane under different operating conditions determine its long-term service life and performance.	Seawater desalination

Table 1. Matrix of Problems, Variables, and Applications in Filtration Mechanisms and Principles of Operation of Ceramic Membranes in Water Treatment.

Challenges and Future Perspectives in Ceramic Membrane Research and Development

The main technological challenges in the implementation of cold sintering include:
•Temperature and Humidity Control: Maintaining stable temperatures and humidity levels within sintering chambers is important to avoid defects and ensure material quality. Temperature and humidity control systems must be accurate and reliable.
•Densification at Low Temperatures: Achieving high densification of materials at much lower temperatures than conventional sintering is a key technical challenge. This requires a deep understanding of the mechanisms of sintering at the atomic and microstructural levels.
•Defect Minimization: Low-temperature sintering must prevent the formation of blocking layers, pores, and other defects common in high-temperature sintering. This involves precise control of the process parameters.
•Industrial Scalability: Bringing cold sintering from laboratory scale to large-scale industrial production presents engineering challenges related to the design of furnaces, powder feeding systems, and automated processes.
•Integration with Applications: Integrating cold sintering efficiently into applications such as water treatment and energy storage requires optimizing the ionic conductivity and structural stability of materials.
•In summary, the main technical challenges include the precise control of processing conditions, the understanding of the fundamental mechanisms of low-temperature sintering, and the scalability of the process for industrial implementation.

Cold sintering offers several significant benefits:
•Cost Reduction: By operating at much lower temperatures than conventional sintering, energy and operating costs are greatly reduced. In addition, cold sintering can eliminate the need for expensive high-temperature equipment, reducing capital investment.
•Improved Efficiency: The ability to achieve high densification at low temperatures can improve the ionic conductivity and structural stability of membranes, critical to their performance in water treatment and energy storage applications.
•Minimization of Defects: Low-temperature sintering can prevent the formation of blocking layers and other defects associated with high-temperature sintering, improving the overall quality of the material .
•Environmental Sustainability: By reducing energy consumption and minimizing the generation of toxic byproducts, cold sintering is a more sustainable and environmentally friendly technology.

Challenges and Future Perspectives in Ceramic Membrane Research and Development

DEMOWARE Project (Netherlands)
Ceramic membrane technology was used for the efficient removal of persistent pollutants such as microplastics and emerging pollutants. Where Ceramic membranes were shown to be highly effective for contaminant removal, with high abrasion resistance and chemical stability, making them suitable for long-term wastewater treatment applications.

Oslo Water treatment plant (Norway)
The Oslo water treatment plant implemented ceramic membranes for drinking water treatment, standing out for its ability to provide an effective barrier against pathogens and organic contaminants. Where the ceramic membranes proved to be robust and capable of operating with high efficiency even under fluctuating water quality conditions, ensuring high-quality drinking water standards in a sustainable manner.

Wastewater Treatment Plant (Barcelona)
The wastewater treatment plant in Barcelona implemented ceramic membranes for the advanced treatment of industrial effluents. These membranes were used for water recovery and the removal of specific contaminants present in industrial wastewater. Where ceramic membrane technology allowed a significant reduction in the pollutant load of treated water, complying with the strictest environmental regulations and facilitating the safe reuse of water in industrial processes.



Image 2. Successful implementation projects of ceramic membranes in water treatment projects..

CONCLUSIONS

•Efficiency and Selectivity: Ceramic membranes play a key role in water treatment by efficiently removing contaminants, with factors such as pore size, surface modifications, and mechanical durability being critical to their performance.

•Cold Sintering Advantage: Cold sintering improves the sustainability of ceramic membranes by allowing production at lower temperatures, reducing energy consumption, operating costs, and minimizing environmental impact. This method also enhances the durability and efficiency of membranes.

•Technological Barriers: Key challenges include controlling parameters like temperature and humidity during manufacturing, minimizing structural defects, and scaling production for industrial applications. Overcoming these will further optimize membrane performance.

•Case Studies: European projects, such as DEMOWARE in the Netherlands and LIFE REMEMBRANE in Spain, highlight successful implementation, showing significant improvements in filtration efficiency and environmental impact reduction.
•Environmental Sustainability: Cold sintering reduces the carbon footprint, minimizes toxic waste, and offers environmentally friendly manufacturing processes. It also contributes to water quality improvement and the safe reuse of treated wastewater, which is crucial in water-scarce regions.

•Global Impact: Cold sintering holds promise for ensuring sustainable and safe water supplies, particularly in areas affected by water stress, and can help address emerging challenges posed by climate change. Its application can support water conservation, improve public health, and foster resilience in vulnerable communities.

References
1. **He Z, Liu Z, Gu Q, Zhang L, Wang J. Ceramic-based membranes for water and wastewater treatment. Colloids Surf A Physicochem Eng Asp. 2019 Oct;578:123513.**
2. **Avasarala S, Bose S. 2D nanochannels and huge specific surface area offer unique ways for water remediation and adsorption: assessing the strengths of hexagonal boron nitride in separation technology. Functional Composite Materials. 2023 Apr 24;4(1):5.**
3. **Li C, Sun W, Lu Z, Ao X, Yang C, Li S. Systematic evaluation of TiO2-GO-modified ceramic membranes for water treatment: Retention properties and fouling mechanisms. Chemical Engineering Journal. 2019 Dec;378:122138.**
4. **Gitis V, Rothenberg G. Ceramic Membranes: New Opportunities and Practical Applications. Gitis V, Rothenberg G, editors. Wiley; 2016.**

DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DE EDIFICIO HISTÓRICO DOCENTE

ENERGY DIAGNOSIS OF A HISTORIC EDUCATIONAL BUILDING

María Eugenia Torner Feltrer
Investigador en el Dpto. Mecánica de los medios continuos y Teoría de las estructuras; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Profesora Asociada, Ingeniería Industrial, Arquitecta, Doctora en Arquitectura por la Universidad CEU Cardenal Herrera. E-mail: meutorfe@upvnet.upv.es
Researcher in the Department of Continuous Medium Mechanics and Theory of Structures; Universitat Politècnica de València. Associate Professor, Industrial Engineer. PhD Architecture in the CEU Cardenal Herrera. E-mail: meutorfe@upvnet.upv.es

Mar Cañada Soriano
Investigadora en el Departamento de Termodinámica Aplicada; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Profesora Asociada, Ingeniera Industrial. Doctora en Tecnologías para la Salud y el Bienestar por la UPV. E-mail: macaaso@upv.es
Researcher in the Department of Applied Thermodynamics; Universitat Politècnica de València. Associate Professor, Industrial Engineer. PhD in Technologies for Health and Well-being by the UPV. E-mail: macaaso@upv.es

Carolina Aparicio Fernández
Investigadora en el Centro de Investigación de Tecnología de la Edificación; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Profesor Titular de Universidad, Arquitecta, Arquitecta Técnica, Doctora en Arquitectura por la UPV. E-mail: caap@csa.upv.es
Researcher in the Research Center in Building Technology; Universitat Politècnica de València, Lecturer, Architect, Building Engineer, PhD Architecture in the UPV. E-mail: caap@csa.upv.es

José Luis Vivancos Bono
Investigador en el Instituto Universitario de Investigación de Ingeniería Energética; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Profesor Catedrático de Universidad, Ingeniero Químico. Doctor por la UPV. E-mail: jvivanco@upv.es
Researcher in the Energy Engineering University Research Institute (IIE); Universitat Politècnica de València. Full Professor, Chemical Engineer. PhD by the UPV. E-mail: jvivanco@upv.es

Resumen

La eficiencia energética en la rehabilitación de edificios históricos constituye un desafío clave en la actualidad. Este estudio se enfoca en la transformación de un edificio histórico en un espacio energéticamente eficiente, reconociendo que estos edificios no fueron diseñados para los usos actuales, lo que es común en muchos edificios públicos. Las auditorías energéticas son esenciales para identificar las soluciones constructivas y tecnológicas más adecuadas para cada edificio. En este trabajo, se presenta una auditoría energética de un edificio histórico, detallando la metodología empleada, que incluye el análisis de los elementos constructivos, el uso y horarios del edificio, los consumos energéticos relacionados con calefacción y refrigeración, las orientaciones de las fachadas y otros componentes de consumo eléctrico. Tras la recopilación de datos, se valida su precisión y se desarrolla un modelo energético utilizando el software TRNSYS. El modelo, validado con los datos disponibles, permite generar propuestas realistas y eficientes para la reducción del consumo y la demanda energética en edificios históricos, contribuyendo a la sostenibilidad de su rehabilitación.

Palabras Clave

Auditoria energética, Rehabilitación edificio histórico, TRNSYS, ahorro energétic

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DE EDIFICIO HISTÓRICO DOCENTE

ENERGY DIAGNOSIS OF A HISTORIC EDUCATIONAL BUILDING

María Eugenia Torner Feltrer
Dpto. de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, UPV

Mar Cañada Soriano
Dpto. de Termodinámica Aplicada, UPV

Carolina Aparicio Fernández
Dpto. de Construcciones Arquitectónicas, UPV

José Luis Vivancos Bono
Dpto. de Proyectos de Ingeniería, UPV

INTRODUCCIÓN

La Comisión Europea ha emitido una propuesta de refundición de la Directiva de Eficiencia Energética de los Edificios (EPBD), en la que se introduce el concepto de "Edificio de Cero Emisiones". Esta tipología se caracteriza por integrar energías renovables y por tener un consumo energético casi nulo. Según la propuesta, todos los Estados miembros deberán garantizar que, para 2030, los edificios públicos alcancen al menos una clasificación energética E. No obstante, los edificios históricos públicos representan un reto significativo debido a que fueron diseñados originalmente para usos específicos que han cambiado con el tiempo. La rehabilitación energética de este tipo de edificaciones ofrece una oportunidad para incrementar su eficiencia energética, siempre que se realicen estudios técnicos previos que identifiquen las deficiencias estructurales y energéticas, así como el comportamiento energético del inmueble en función de sus características.

INTRODUCTION

The European Commission has issued a proposal to recast the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD), introducing the concept of "Zero Emission Building". This typology is characterized by the integration of renewable energies and near-zero energy consumption. According to the proposal, all Member States will have to ensure that, by 2030, public buildings achieve at least an energy rating of E. However, historic public buildings represent a significant challenge because they were originally designed for specific uses that have changed over time. The energy rehabilitation of such buildings offers an opportunity to increase their energy efficiency, provided that prior technical studies are carried out to identify structural and energy deficiencies, as well as the energy performance of the building according to its characteristics.

METODOLOGÍA/OBJETIVOS METHODOLOGY/OBJECTIVES

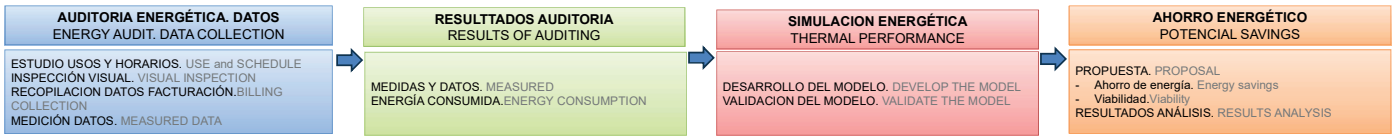


Imagen 1. Esquema metodología
Image 1. Methodology scheme

CASO DE ESTUDIO

El edificio objeto de este estudio, construido en 1921, se encuentra en Carcaixent, Valencia (España). Originalmente concebido como hospital, el inmueble fue posteriormente adaptado para albergar el Conservatorio Profesional de Enseñanzas Artísticas, gestionado por la Conselleria de Educación de la Comunidad Valenciana. A lo largo de los años, se han realizado diversas intervenciones enfocadas principalmente en mejorar la accesibilidad. No obstante, las infraestructuras originales del antiguo hospital se mantienen en gran medida, incluyendo la capilla, que actualmente se utiliza como sala de audiciones. Este caso representa un ejemplo significativo de cómo un edificio histórico puede transformarse para nuevos usos manteniendo su esencia arquitectónica.

CASE STUDY

The building under study, built in 1921, is located in Carcaixent, Valencia (Spain). Originally conceived as a hospital, the building was later adapted to house the Professional Conservatory of Artistic Education, managed by the Department of Education of the Valencian Community. Over the years, several interventions have been carried out, mainly focused on improving accessibility. Nevertheless, the original infrastructures of the former hospital are largely preserved, including the chapel, which is currently used as a listening room. This case represents a significant example of how a historic building can be transformed for new uses while maintaining its architectural essence.

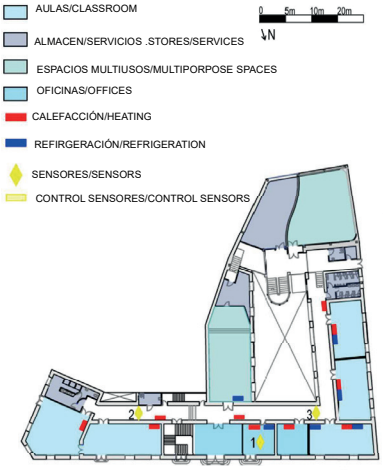


Imagen 2. Planta baja
Image 2.Ground Floor

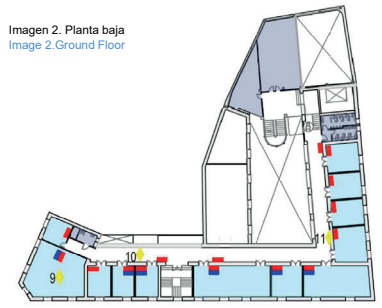


Imagen 3. Planta primera
Image 3.First Floor

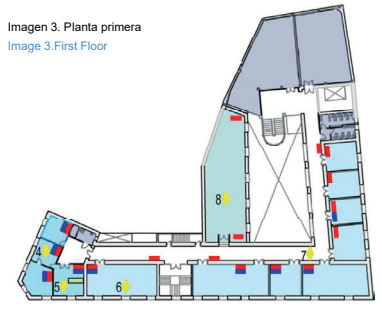


Imagen 4. Planta segunda
Image 4.Second Floor

AUDITORIA

Se instalaron 11 sensores inalámbricos Si7021A20 de Silicon Labs™ para medir temperatura y humedad en espacios interiores, con un rango de -40°C a 125°C, resolución de 0,02°C y precisión de ±0,4°C. Los datos se registraron cada 10 minutos durante 4 meses. Además, se analizaron las facturas de electricidad de 2021 y las de gas de los últimos 5 años.

AUDIT

Eleven Silicon Labs™ Si7021A20 wireless sensors were installed to measure indoor temperature and humidity, with a range of -40°C to 125°C, resolution of 0.02°C and accuracy of ±0.4°C. Data were recorded every 10 minutes for 4 months. In addition, electricity bills for 2021 and gas bills for the last 5 years were analyzed.

SUPERFICIE UTIL (m²)	1.196 m²
SUPERF.CONST (m²)	2.305 m²
OCUPACION	58 profesores
	400 alumnos
HORARIOS	9:00-15:00 administración
	15:00-21:00 Escuela música

Tabla 1. Datos edificio / Table 1. Building data

Nº sensores	Nº días analizados	Mínimos frio (ºC)	Máximas calor (ºC)
1	64	24,1	27,0
2	28	19,9	-
3	11	20,0	-
4	55	20,7	27,8
5	56	20,9	27,5
6	56	21,0	-
7	56	21,4	-
8	55	19,5	-
9	56	20,2	-
10	29	19,1	-
11	11	18,1	-

Tabla 2. Datos sensores / Table 2. Sensor data

Muros	Espesores y materiales
Ventanas	Marcos y cristal
Electricidad	Tipo tarifa Consumo dividido por franjas y tiempo
Gas natural	Energía consumida por meses
Luminarias	Tipo, ubicación
ACS+ Calefacción	Sistema centralizado Caldera y radiadores
Refrigeración	Bomba de calor y aire acondicionado

Tabla 3. Datos Auditoria / Table 3. Audit Data

MODELO

Se ha implementado un modelo térmico mediante la herramienta de simulación TRNSYS18. Se han incorporado los datos recolectados: técnicos, constructivos y recolectados para ajustar el modelo a la realidad.

MODEL

A thermal model has been implemented using the simulation tool TRNSYS18. The collected data: technical, constructive and collected data have been incorporated to adjust the model to reality.

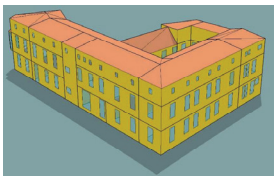


Imagen 5. Modelo Trnsys
Image 5.Modelo Trnsys

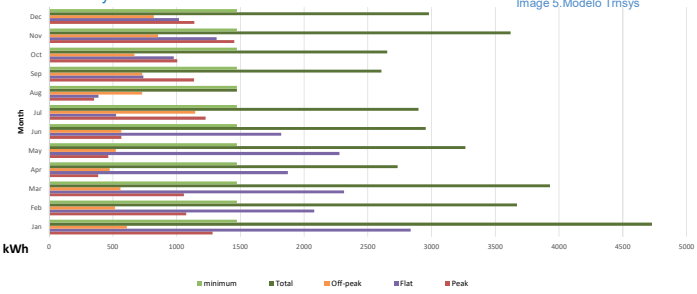


Imagen 6. Gráfica consumo electricidad
Image 6.Electric consumption

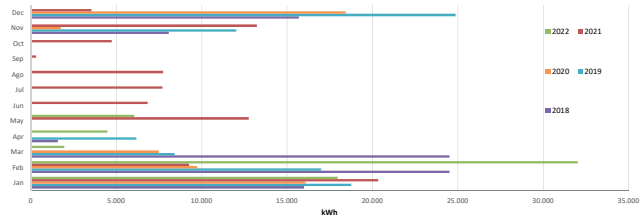


Imagen 7. Gráfica consumo gas natural
Image 7.Natural gas consumtion

CONCLUSIONES

Las auditorías de edificios existentes son fundamentales para optimizar su funcionamiento térmico, reducir el consumo energético y mejorar el confort interior según su uso. La conservación del patrimonio histórico y de los edificios actuales es una obligación, respaldada por las directrices europeas que buscan eficiencia energética sin renunciar al confort. Dado que cada edificio es único, las auditorías permiten identificar sus características, defectos y virtudes, proponiendo mejoras realistas y adaptadas. Además, la implicación de los usuarios es clave para garantizar un uso adecuado y maximizar la efectividad de las estrategias. El esquema desarrollado en este trabajo es aplicable a cualquier edificio histórico.

CONCLUSIONS

Audits of existing buildings are essential to optimize their thermal performance, reduce energy consumption and improve indoor comfort according to their use. The preservation of historical heritage and existing buildings is an obligation, supported by European guidelines that seek energy efficiency without sacrificing comfort. As each building is unique, audits make it possible to identify its characteristics, defects and virtues, proposing realistic and adapted improvements. In addition, the involvement of users is key to ensure proper use and maximize the effectiveness of the strategies. The scheme developed in this work is applicable to any historic building.

TECNOLOGIAS APLICADAS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN PARA VIVIENDAS: UNA SOLUCION A LA EFICIENCIA ENERGETICA.
APPLIED TECHNOLOGIES CONSTRUCTION MATERIALS FOR HOUSES: A SOLUTION TO ENERGY EFFICIENCY

Juan Francisco Palomino Bernal
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail jfpalber@doctor.upv.es/ Research Prof. Tecnologico Nacional de México ITechnological Institute of Ciudad Guzmán. Department of Earth Sciences Architecture. Av. Tecnológico 100, Mpio. de Zapotlan el Grande, Jalisco, Mexico C.P. 49000 Mexico. e-mail: juan.pb@cdguzman.tecnm.mx.

Javier Cárcel Carrasco
Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universitat Politècnica de València I España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fracarc1@csa.upv.es
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València I España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fracarc1@csa.upv.es

Fabiola Colmenero Fonseca
Investigadora en el Dpto. Arquitectura diseño y comunicación; Universidad Lasalle México, fabiola.colmenero@lasalle.mx. Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universidad Politécnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. University Institute of Materials Technology fcolfon@upvnet.upv.es

Alejandro Guzmán Ramírez
Investigador Universidad de Guanajuato, Departamento de Arquitectura. Av. Juárez 77. 36000 Guanajuato, Gto. México. e-mail: alejandroguzman06@gmail.com

Kevin Alexander Echeverry Bucurú
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València I España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: kaechbuc@doctor.upv.es

Resumen
Actualmente la industria de la construcción representa un gran impacto ambiental en numerosos sentidos de manera directa e indirecta, entre los cuales los materiales no son la excepción, no obstante en varias partes del mundo continúan utilizando materiales tradicionales como el block cemento para los desarrollos de edificaciones sin tomar en cuenta la diversificación de materiales ancestrales existentes como el adobe, el cual ha sido implementado en edificaciones en México, beneficiando ampliamente en muchos ámbitos que actualmente son demandados por la sociedad y el medioambiente. El presente estudio enfoca el uso de Software SolidWorks para modelado y simulación avanzados de análisis físico/térmico, mediante una metodología de 4 fases se desarrolla búsqueda de información, modelado, simulación y por último un análisis comparativo entre los resultados obtenidos de las simulaciones térmicas por conducción tanto del adobe como del block cemento, ambos utilizados en la construcción para edificación de muros. Encontrando un amplio espectro de conducción térmica del adobe a comparación del block cemento mostrando las ventajas del material con beneficios térmicos para los habitantes de cualquier edificación al conducir la temperatura hacia el interior de la construcción mientras existe un cambio de temperatura exterior, esto beneficia la reducción de consumos energéticos para el acondicionamiento de temperatura interior. Concluyendo en las ventajas del uso de la tecnología y softwares para eficientar y validar las ventajas al implementar biomateriales como el adobe en las edificaciones y sus beneficios no solamente en el campo de la eficiencia energética sino también en la reducción como residuo, ofreciéndolo como una solución a las necesidades actuales de los ODS de la agenda 2030. Concluyendo en las ventajas del uso de la tecnología y softwares para eficientar y validar las ventajas al implementar biomateriales como el adobe en las edificaciones y sus beneficios no solamente en el campo de la eficiencia energética sino también en la reducción como residuo, ofreciéndolo como una solución a las necesidades actuales de los ODS de la agenda 2030.

Palabras Clave: *Eficiencia Energética, Simulación Avanzada, SolidWorks, Biomateriales.*

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

TECNOLOGIAS APLICADAS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN PARA VIVIENDAS: UNA SOLUCION A LA EFICIENCIA ENERGETICA.

APPLIED TECHNOLOGIES CONSTRUCTION MATERIALS FOR HOUSES: A SOLUTION TO ENERGY EFFICIENCY.

Juan Francisco Palomino Bernal [1 2], Javier Cárcel-Carrasco[1,4], Fabiola Colmenero Fonseca[3,4] Alejandro Guzmán Rodríguez [5], Kevin Alexander Echeverry Bucurú[1]
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València.[1]; Research Prof. Tecnológico Nacional de México I. Technological Institute of Ciudad Guzmán. Department of Earth Sciences Architecture [2] ; Investigadora en el Dpto. Arquitectura diseño y comunicación; Universidad Lasalle México[3] ; Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universidad Politécnica de València[4]; Investigador Universidad de Guanajuato, Departamento de Arquitectura[5]

INTRODUCCIÓN

Actualmente en la industria de la construcción existen diferentes tipos de materiales desde los tradicionalmente usados así como materiales innovadores. La mayoría cumplen los propósitos iniciales para los que fueron implementados pero también no contemplan las necesidades que actualmente el medioambiente necesita y que son contemplados en la Agenda 2030 (ONU, 2023). El presente trabajo presenta un análisis de Biomateriales (Sáenz Ramírez, 2004), una opción utilizada de manera ancestral y que por muchos años ha tenido resultados benéficos en las edificaciones, planteando bajo un estudio epistemológico de tipo correlacional comparativo, se analizan tanto el adobe (Rivera-Salcedo et al., 2020), como el block cemento mediante el software SolidWorks y sus simulaciones para obtener diversos análisis físico/térmico/mecánicos de los materiales (Popescu et al., 2022), produciendo resultados que evidencian mediante la simulación por conducción resultados cuantitativos para su análisis comparativo y obtención de resultados al proponer biomateriales en la construcción de edificaciones. / Currently in the construction industry there are different types of materials from those traditionally used as well as innovative materials. Most of them fulfill the initial purposes for which they were implemented but they also do not contemplate the needs that the environment currently needs and that are contemplated in the 2030 Agenda (ONU, 2023). This work presents an analysis of Biomaterials (Sáenz Ramírez, 2004), an option used ancestral way and that for many years has had beneficial results in buildings, proposing under an epistemological study of a comparative correlational type, both the adobe and (Rivera-Salcedo et al., 2020), such as block cement using SolidWorks software and its simulations to obtain various physical/thermal/mechanical analyzes of the materials (Popescu et al., 2022), producing results that show through simulation by conducting quantitative results for comparative analysis and obtaining results when proposing biomaterials in the construction of buildings.

METODOLOGÍA/METHODOLOGY

Presentada mediante diversas fases, la primera; análisis de datos en base a estudios previos de las propiedades físico/térmico/mecánicas de los materiales para analizar. La segunda; modelado del muro a simular en su sistema constructivo correspondiente para mantener condiciones equitativas entre los materiales. Tercera; simulación de los materiales modelados bajo un estudio de conducción para obtener cuantificaciones en un periodo de tiempo de 1 minuto. Cuarta; recopilación de datos obtenidos posterior a la simulación por conducción y desarrollo del análisis comparativo. Esta metodología simple pero efectiva muestra el comportamiento de los materiales al ser inducida una carga de calor o frio mostrando la resistencia térmica con que cada uno cuenta la figura 1 muestra la metodología descrita anteriormente. / Presented through various phases, the first; Data analysis based on previous studies of the physical/thermal/mechanical properties of the materials to be analyzed. The second; modeling of the wall to be simulated in its corresponding construction system to maintain equitable conditions between the materials. Third; simulation of the modeled materials under a conduction study to obtain quantifications in a time period of 1 minute. Quarter; collection of data obtained after the driving simulation and development of the comparative analysis. This simple but effective methodology shows the behavior of the materials when a heat or cold load is induced, showing the thermal resistance that each one has. Figure 1 shows the methodology described above.

OBJETIVOS / OBJETIVES

- Evidenciar las tecnologías aplicables a materiales.
- Comprobar los beneficios del uso de biomateriales en las edificaciones.
- Demonstrate the technologies applicable to materials.
- Check the benefits of using biomaterials in buildings.

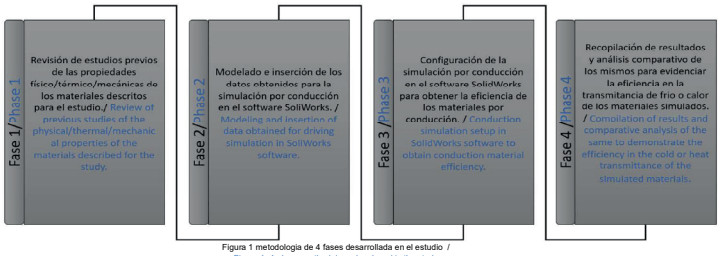


Figura 1 metodologia de 4 fases desarrollada en el estudio / Figure 1. 4-phase methodology developed in the study

Fase uno; Se desarrolla una investigación relativa a las propiedades físico-térmico-mecánicas, necesarias para simular el estudio por conducción en el Software SolidWorks, la búsqueda se centro en investigaciones hechas sobre el adobe y el block cemento bajo las condiciones comúnmente encontrados y bajo pruebas mecánicas que garantizaran los datos (Serebe et al., 2024).
Fase dos; se desarrolla un modelo de casa habitación bajo un esquema de vivienda unifamiliar en su totalidad, esto garantiza los limites de conducción al discriminar espacios abiertos en los que incida la circulación del aire, dándole mayor certidumbre a los datos cuantitativos a obtener.
Fase tres; desarrollado el modelo descrito se asignan las propiedades de los materiales utilizados para el estudio comparativo, una simulación se realiza con los muros configurados con Adobe y el segundo con muros de block cemento común, la figura 2 muestra la interfaz del Software y la configuración de los materiales. Posteriormente se configura la simulación por conducción que el software requiera tomando en cuneta desde las condiciones iniciales de la simulación, la configuración de materiales, el enmallado del modelo y la configuración de resultados a presentarse concluida la simulación. La tabla 1 muestra los datos iniciales para la configuración de la simulación. / Phase one; An investigation is developed related to the physical-thermal-mechanical properties, necessary to simulate the study by conduction in the SolidWorks Software, the search focused on investigations carried out on adobe and block cement under the conditions commonly found and under mechanical tests that will guarantee the data (Serebe et al., 2024).
Phase two; A residential house model is developed under a single-family housing scheme in its entirety, this guarantees the conduction limits by discriminating open spaces in which air circulation affects, giving greater certainty to the quantitative data to be obtained.
Phase three; Once the described model has been developed, the properties of the materials used for the comparative study are assigned. One simulation is carried out with the walls configured with Adobe and the second with common cement block walls. Figure 2 shows the Software interface and the configuration of the materials. Subsequently, the simulation is configured by driving that the software requires, taking into account the initial conditions of the simulation, the configuration of materials, the meshing of the model and the configuration of results to be presented once the simulation is completed. Table 1 shows the initial data for the simulation setup.

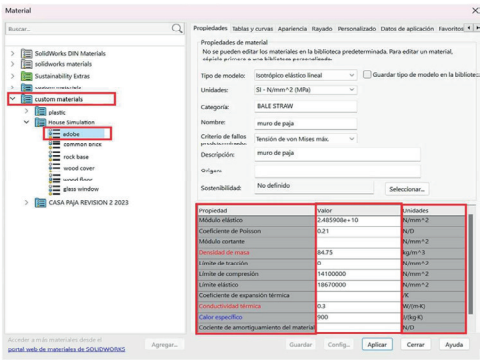


Figura 2 interfaz del software SolidWorks para la configuración de materiales bajo propiedades Fisico-Mecanico-térmicas / Figure 2 SolidWorks software interface for configuring materials under Physical-Mechanical-Thermal properties

Fase 4; Una vez obtenidos los resultados de ambas simulaciones se recopilan los datos cuantificados por el software y la simulación por conducción para extraerlos y sintetizar en tabuladores para desarrollar el análisis comparativo y obtener resultados del estudio. / Phase 4; Once the results of both simulations are obtained, the data quantified by the software and the driving simulation are collected to extract them and synthesize them in tabulators to develop the comparative analysis and obtain results of the study.

Simulation Parameters for Adobe Wall		Simulation Parameters for Cement Block Wall	
Heat Flow in Interior Wall	Convection Coefficient	Heat Flow in Interior Wall	Convection Coefficient
42.99 W/m²	0.3 W/m²·°K	42.99 W/m²	1.04 W/m²·°K
	Ambient Temperature on Exterior Wall		Ambient Temperature on Exterior Wall
	289.15 °K		289.15 °K

Tabla 1 datos usados para la configuración inicial en el software SolidWorks-Conduction simulation / Table 3 data used for initial configuration in SolidWorks-Conduction simulation software

RESULTADOS / RESULTS

Desarrolladas las simulaciones se obtienen los resultados del analisis por conducción, se extrae la información de la temperatura alcanzada posterior a una temperatura puntual insertada, alcanzada sin disminuciones y constante. Importante resulta señalar que el software esta diseñado para modelado y simulacion de piezas industriales de alta resistencia y se produjeron resultados teoricos pero que dem,uestran de manera cuantitativa las propiedades de los materiales. Se tomaron como muestra el punto medio de altura del muro y se realize un corte al mismo y se seleccionaron tres puntos de medicion de temperatura, uno al inicio del muro en la parte interior, otro al centro y el ultimo a la parte final del muro coplindando con el exterior, la figura 3 muestra la sección de muro de adobe descrita y sus respectivas muestras y la figura 4 muestra la sección de muro con block cemento elaborada. Respecto al analisis comparativo se sintetizan en la tabla 2, obteniendo una mayor coinductividad por parte del adobe hacia el interior de la edificacion contrastando con el muero de block cemento por la mitad de temperatura transmitida hacia le interior de la edificación. Estos resultados muestran el nivel de conductividad hacia el interior de una edificacion produciendo confort termico tanto en el dia como en la noche en las edificaciones, produciendo una reducción de consumes energeticos por medios activos para el confort interior.

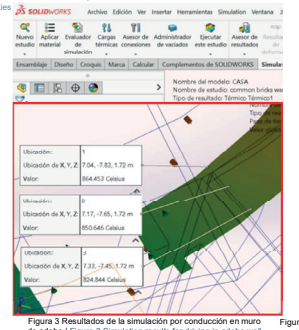


Figura 3 Resultados de la simulación por conducción en muro de adobe / Figure 3 Simulation results for driving in adobe wall

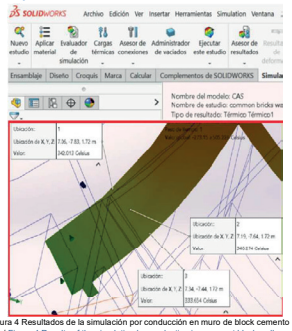


Figura 4 Resultados de la simulación por conducción en muro de block cemento / Figure 4 Results of the simulation by conduction in a cement block wall

Once the simulations have been developed, the results of the conduction analysis are obtained, the information on the temperature reached after an inserted point temperature is extracted, reached without decreases and constant. It is important to note that the software is designed for modeling and simulation of high-strength industrial parts and theoretical results were produced that quantitatively demonstrate the properties of the materials. The midpoint of the height of the wall was taken as a sample and a cut was made and three temperature measurement points were selected, one at the beginning of the wall in the interior part, another in the center, and the last at the end of the wall. Copying with the exterior, figure 4 shows the section of adobe wall described and its respective samples and figure 5 shows the cement block wall made. Regarding the comparative analysis, they are summarized in Table 2, obtaining greater conductivity on the part of the adobe towards the interior of the building, contrasting with the cement block mortar by half the temperature transmitted towards the interior of the building. These results show the level of conductivity towards the interior of a building, producing thermal comfort both during the day and at night in the buildings, reducing energy consumption through active means for interior comfort.

Analysis Section	Material	Measure 1	Measure 2	Measure 3
Walls	Ancestral System	Adobe brick	865.453°C	850.646°C	824.844°C
	Traditional System	Massive cement block	342.013°C	340.274°C	333.654°C

Tabla 2 mediciones de las simulaciones desarrolladas por conduccion de los materiales estudiados / Table 2 measurements of the simulations developed by conduction of the materials studied

Conclusiones/ Conclusions

Actualmente el consumo energético es una problemática relevante y es necesario buscar alternativas que produzcan beneficios. Por otro lado el uso e implementación de software de modelado y simulación son herramientas que si bien no son una realidad sus modelos matemáticos son bastante aproximados a la misma, ayudando a planificar antes de desarrollar aminorando costos y aumentando las posibilidad de innovar con propuestas para el campo de estudio. Respecto al presente estudio los beneficios de los biomateriales son una realidad que debemos contemplar para soluciones actuales sin embargo es necesario promover y llevar a estudios de campo la propuesta para obtener mas resultados que beneficien no solo a la reducción de consumos energéticos sino también al medioambiente. / Currently energy consumption is a relevant problem and it is necessary to look for alternatives that produce benefits. On the other hand, the use and implementation of modeling and simulation software are tools that, although they are not a reality, their mathematical models are quite close to it, helping to plan before developing, reducing costs and increasing the possibility of innovating with proposals for the field of study. Regarding the present study, the benefits of biomaterials are a reality that we must consider for current solutions; however, it is necessary to promote and carry out field studies on the proposal to obtain more results that benefit not only the reduction of energy consumption but also the environment.

Referencias/References

ONU. (2023, May 31). *Objetivos para el Desarrollo Sostenible*. La Agenda Para El Desarrollo Sostenible. https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/#:~:text=La%20p%C3%B3lvima%20Cumbre%20sobre%20los,el%20progreso%20hacia%20los%200DS.

Popescu, F. D., Radu, S. M., Andraș, A., Brînaș, I., Budilică, D. I., & Popescu, V. (2022). Comparative Analysis of Mine Shaft Hoisting Systems' Brake Temperature Using Finite Element Analysis (FEA). *Materials*, 15(9), 3363. https://doi.org/10.3390/ma15093363

Rivera-Salcedo, H., Valderrama-Andrade, O.-M., Daza-Barrera, Á.-A., & Plazas-Jaimes, G.-S. (2020). Adobe como saber ancestral usado en construcciones autóctonas de Pore y Nunchía Casanare Colombia. *Revista de Arquitectura*. https://doi.org/10.14718/RevArq.2021.2762

Sáenz Ramírez, A. (2004). Biomateriales. *Revista Tecnología En Marcha*, 17. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/1432

Serebe, Y. A. A., OUEDRAOGO, M., SERE, A. D., SANOU, I., ZAGRE, W.-K. J. E., AUBERT, J.-E., GOMINA, M., & MILLOGO, Y. (2024). Optimization of kenaf fiber content for the improvement of the thermophysical and mechanical properties of adobes. *Construction and Building Materials*, 431, 136469. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.136469

RESOURCE MAPPING AND SMART GEOLOCATION: HARVEST MAP TECHNOLOGIES FOR SUSTAINABILITY, ESG GOVERNANCE AND CIRCULAR ECONOMY

MAPEO DE RECURSOS Y GEOLOCALIZACIÓN INTELIGENTE: TECNOLOGÍAS HARVEST MAP PARA SOSTENIBILIDAD, GOBERNANZA ESG Y ECONOMÍA CIRCULAR

Ramiro Rodriguez Pérez
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: rrodper@doctor.upv.es/Research Prof. Tecnologico Nacional de México ITechnological Institute of Ciudad Guzmán. Department of Earth Sciences Architecture. Av. Tecnológico 100, Mpio. de Zapotlán el Grande, Jalisco, México C.P. 49000 Mexico. e-mail: ramiro.rp@cdguzman.tecnm.mx

Javier Cárcel Carrasco
Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universitat Politècnica de València I España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fracarc1@csa.upv.es/University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València I España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fracarc1@csa.upv.es

Fabiola Colmenero Fonseca
Investigadora en el Dpto. Arquitectura diseño y comunicación; Universidad Lasalle México, fabiola.colmenero@lasalle.mx. Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universidad Politécnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. University Institute of Materials Technology fcolfon@upvnet.upv.es

Juana Mercedes Perlaza Rodríguez
NOVAMANTO Consulting and Research. Principal Consultant and Founder I Italia I Via del Castello 17, 75100 Matera, Italia, www.novamanto.com. e-mail: info@novamanto.com

Kevin Alexander Echeverry Bucurú
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València I España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: kaechbuc@doctor.upv.es

Abstract

The deployment of geolocation technologies for the optimization of resources has become a pivotal aspect of sustainability, responsible governance, and the circular economy. This study explores the potential of Harvest Map, an innovative tool that integrates geolocation with Environmental Sustainability, Social and Economic Governance (ESG), and Circular Economy criteria, for the mapping and efficient management of resources in pivotal sectors. The primary focus is on the construction sector, where resource optimization has a profound impact on reducing waste and enhancing operational efficiency.

By employing geospatial data and machine learning algorithms, dynamic resource maps were generated in real time, thereby identifying underutilized materials in buildings. In the construction sector, Harvest Map demonstrated a direct impact on waste reduction. A 25% reduction in material waste was achieved by identifying and reusing materials that were previously discarded, resulting in considerable economic savings for companies. Furthermore, the optimization of the distribution of these resources led to an optimization of purchasing and storage processes, reducing operating costs by 22%.

Furthermore, the tool enabled the establishment of closed-loop systems within the buildings, enabling the reuse of recycled materials in accordance with the tenets of the circular economy. This approach facilitated the incorporation of discarded materials, including metals, wood, and concrete, into new construction projects, contributing to a 30% reduction in the amount of waste generated by construction sites. Additionally, the environmental impact of these actions was reflected in an 18% reduction in the carbon footprint of the analyzed projects.

In conclusion, Harvest Map is positioned as an effective tool for the optimization of resources in construction, reducing waste, improving operational efficiency, and promoting the circular economy.

Keywords: geolocation, environmental sustainability, circular economy, ESG governance, and resource reuse.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

MAPEO DE RECURSOS Y GEOLOCALIZACIÓN INTELIGENTE: TECNOLOGÍAS HARVEST MAP PARA SOSTENIBILIDAD, GOBERNANZA ESG Y ECONOMÍA CIRCULAR

RESOURCE MAPPING AND SMART GEOLOCATION: HARVEST MAP TECHNOLOGIES FOR SUSTAINABILITY, ESG GOVERNANCE AND CIRCULAR ECONOMY

Ramiro Rodriguez Perez[1,2], Javier Cárcel Carrasco[1,2], Fabiola Colmenero Fonseca[1,2,3], Juana Mercedes Perlaza Rodriguez[4]; Kevin A. Echeverry Bucurú[1,2] Instituto de Tecnología de Materiales[1]; Universitat Politècnica de València[2]; Universidad La Salle[3]; NOVOMATO Consulting and research[4]

INTRODUCCIÓN

El uso de tecnologías de geolocalización para la optimización de recursos ha adquirido gran relevancia en los ámbitos de sostenibilidad, gobernanza responsable y economía circular. Este estudio explora el potencial de Harvest Map, una herramienta innovadora que combina la geolocalización con criterios de Sostenibilidad Ambiental, Gobernanza Social y Económica (ESG), y Economía Circular, para mapear y gestionar eficientemente los recursos en sectores clave, Al aplicar esta práctica a los diferentes ejes de los ODS (Imagen 1), se pueden crear soluciones innovadoras y efectivas que promuevan un desarrollo más equitativo y sostenible a nivel global. Estos enfoques integran la tecnología y el análisis de datos con la planificación urbana y la gestión de recursos, fomentando una visión holística del desarrollo sostenible. . Particularmente, se pone énfasis en el sector de la construcción, donde la optimización de recursos tiene un impacto significativo en la reducción de desperdicios y la mejora de la eficiencia operativa. Además, la investigación integra principios de innovación responsable y planificación sostenible para abordar desafíos sociales, ambientales y económicos.

INTRODUCTION

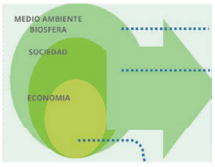
The use of geolocation technologies for the optimization of resources has acquired great relevance in the fields of sustainability, responsible governance and circular economy. This study explores the potential of Harvest Map, an innovative tool that combines geolocation with criteria of Environmental Sustainability, Social and Economic Governance (ESG), and Circular Economy, to map and efficiently manage resources in key sectors, By applying this practice to the different axes of the SDGs (Image 1), innovative and effective solutions can be created that promote more equitable and sustainable development at the global level. These approaches integrate technology and data analytics with urban planning and resource management, fostering a holistic view of sustainable development. . Particularly, emphasis is placed on the construction sector, where the optimization of resources has a significant impact on reducing waste and improving operational efficiency. In addition, the research integrates principles of responsible innovation and sustainable planning to address social, environmental and economic challenges.

OBJETIVOS

El trabajo plantea como objetivo el Reducir el desperdicio de materiales y optimizar los procesos operativos mediante la reutilización y el reciclaje, alineados con los principios de la economía circular(IMAGEN 2). Fomentar el uso de materiales reciclados para reducir la huella de carbono y los residuos generados por las obras de construcción. Además, desarrollar plataformas colaborativas basadas en datos geolocalizados que faciliten alianzas entre sectores gubernamentales, privados y sociales para así, transferir tecnología y conocimiento mediante mapas geoespaciales para maximizar el impacto de prácticas sostenibles, e Implementar tecnologías de geolocalización para mapear recursos subutilizados en sectores clave, con especial atención al sector de la construcción.

Objetives

The objective of the work is to reduce material waste and optimize operational processes through reuse and recycling, aligned with the principles of the circular economy. Encourage the use of recycled materials to reduce the carbon footprint and waste generated by construction sites. In addition, develop collaborative platforms based on geolocated data that facilitate alliances between governmental, private and social sectors in order to transfer technology and knowledge through geospatial maps to maximize the impact of sustainable practices, and implement geolocation technologies to map underutilized resources in key sectors, with special attention to the construction sector.



EJES CENTRALES

Se pueden crear soluciones innovadoras y efectivas que promuevan un desarrollo más equitativo y sostenible a nivel global. Estos enfoques integran la tecnología y el análisis de datos con la planificación urbana y la gestión de recursos, fomentando una visión holística del desarrollo sostenible como lo muestra la imagen 3

CORE AXES

Innovative and effective solutions can be created that promote more equitable and sustainable development at the global level. These approaches integrate technology and data analysis with urban planning and resource management, fostering a holistic view of sustainable development as shown in Figure 3.



Imagen 1. Rueda de los ODS, y desafíos
Image 1. SDG Wheel, and Challenges



Imagen 2. Economia circular y acuerdo de parís y pacto verde Europeo
Image 2. Circular economy and the Paris Agreement and the European Green Deal



Imagen 3. Procesos respetuosos con el medio ambiente
Image 3. Environmentally friendly processes

METODOLOGÍA

La implementación efectiva de los ODS requiere una cooperación sólida y alianzas entre diversos actores a nivel global, nacional y local además de Identificar las necesidades específicas de las ESG.

Soluciones creativas y sostenibles:

Plataformas colaborativas: basadas en datos geolocalizados que faciliten la cooperación entre gobiernos, organizaciones y el sector privado.

Transferencia de tecnología: Promover la transferencia de tecnología y conocimiento a través de alianzas estratégicas, utilizando mapas geoespaciales.

Financiamiento colaborativo: Desarrollar mecanismos de financiamiento que utilicen datos geolocalizados para asegurar que los recursos se dirijan eficientemente a los proyectos y áreas que más los necesitan.

Promoción de la Salud Ambiental: Utilizar harvest maps para identificar y mitigar zonas con alta concentración de materiales contaminantes y reubicar estos recursos de manera segura.

Infraestructura Educativa Sostenible: Implementar programas de reciclaje y reutilización de materiales en la construcción de escuelas, con la ayuda de harvest maps para localizar y obtener materiales sostenibles.

Vivienda Inclusiva: Desarrollar políticas de urbanismo que utilicen los harvest maps para redistribuir materiales de construcción, enfocándose en mejorar las viviendas de comunidades vulnerables.

Transparencia y Participación Ciudadana: Utilizar harvest maps para crear sistemas transparentes de distribución de materiales y permitir la participación ciudadana en la planificación urbana.

Justicia en la Distribución de Recursos: Implementar políticas que aseguren que los recursos identificados a través de harvest maps beneficien equitativamente a todas las comunidades, evitando la marginalización.

Colaboración Multisectorial : La implementación de harvest maps requiere la colaboración entre gobiernos, empresas y comunidades.

Recursos y Tecnología: Necesidad de tecnología avanzada y recursos financieros para desarrollar y mantener sistemas de geolocalización y Harvest Map efectivos.

METHODOLOGY

Effective implementation of the SDGs requires strong cooperation and partnerships between diverse actors at the global, national and local levels in addition to identifying specific needs of ESG.

Creative and sustainable solutions:

Collaborative platforms: based on geolocated data that facilitate cooperation between governments, organizations and the private sector.

Technology Transfer: Promote the transfer of technology and knowledge through strategic partnerships, using geospatial maps.

Collaborative financing: Develop financing mechanisms that use geolocated data to ensure that resources are efficiently directed to the projects and areas that need them most.

Environmental Health Promotion: Use harvest maps to identify and mitigate areas with high concentrations of polluting materials and relocate these resources safely.

Sustainable Educational Infrastructure: Implement recycling and reuse programs of materials in the construction of schools, with the help of harvest maps to locate and obtain sustainable materials.

Inclusive Housing: Develop urban planning policies that use harvest maps to redistribute construction materials, focusing on improving the housing of vulnerable communities.

Transparency and Citizen Participation: Use harvest maps to create transparent systems for distributing materials and enable citizen participation in urban planning.

Justice in Resource Distribution: Implement policies that ensure that resources identified through harvest maps equitably benefit all communities, avoiding marginalization.

Multi-Sector Collaboration: Implementing harvest maps requires collaboration between governments, businesses, and communities.

Resources and Technology: Need for advanced technology and financial resources to develop and maintain effective geolocation and Harvest Map systems.



Imagen 4. ESG gobernanza y políticas publicas
Image 4. ESG governance and public policy

RESULTADOS Y PRINCIPIOS DE LA ESG / RESULTS AND PRINCIPLES OF ESG



Imagen 5. RCDS
Image 5. CDRW

Optimización de recursos: tecnologías de geolocalización y herramientas de análisis de datos que sean eficientes en cuanto al consumo de energía.

Métodos de baja contaminación: Implementa técnicas de recolección de datos que minimicen la interferencia en los ecosistemas urbanos.

Resource optimization: Use geolocation technologies and data analysis tools that are efficient in terms of energy consumption.

Low-pollution methods: Implement data collection techniques that minimize interference with urban ecosystems.



Imagen 6. Harvest Map
Image 6. Harvest Map

Evaluación de Impactos ambientales: Recolección y análisis de datos de geolocalización que pueden influir en la planificación urbana

Tecnologías Limpias: Operatividad eficiente mediante energías limpias para la gestión de recursos en entornos urbanos.

Resource optimization: Use geolocation technologies and data analysis tools that are efficient in terms of energy consumption.

Low-pollution methods: Implement data collection techniques that minimize interference with urban ecosystems.



Imagen 7. Socialización
Image 7. Socialisation

Accesibilidad Universal: Diseño de infraestructuras y edificios que sean accesibles para todas las personas, incluyendo aquellas con discapacidades.

Participación Ciudadana: Involucramiento de la comunidad en la planificación y diseño de proyectos urbanos.

Equidad: Consideración de las necesidades de todos los grupos sociales, evitando la gentrificación y promoviendo la diversidad.

Universal Accessibility: Design of infrastructures and buildings that are accessible to all people, including those with disabilities.

Citizen Participation: Community involvement in the planning and design of urban projects.

Equity: Consideration of the needs of all social groups, avoiding gentrification and promoting diversity.



Imagen 8. Gobernanza
Image 8. Governance

Regulaciones y Políticas: Implementación de regulaciones y políticas que fomenten prácticas sostenibles en la construcción y el desarrollo urbano.

Transparencia: Comunicación clara sobre decisiones y procesos relacionados con la planificación urbana.

Colaboración Público-Privada: Trabajo conjunto entre gobiernos, empresas y la sociedad civil para lograr objetivos sostenibles.

Regulations and Policies: Implementation of regulations and policies that encourage sustainable practices in construction and urban development.

Transparency: Clear communication about decisions and processes related to urban planning.

Public-Private Collaboration: Joint work between governments, companies and civil society to achieve sustainable goals.

Conclusiones

La integración de los principios ESG en la geolocalización de materiales urbanos impulsa una investigación ética, sostenible y alineada con las necesidades de la sociedad actual. Este enfoque no solo fomenta la sostenibilidad ambiental y social, sino que también promueve un modelo replicable para futuras investigaciones en entornos urbanos. La implementación de Harvest Map destaca el valor estratégico de las tecnologías de geolocalización para optimizar la gestión de recursos en sectores como la construcción, donde ha demostrado un impacto significativo en emisiones de carbono. En síntesis, Harvest Map no solo mejora la eficiencia económica y operativa, sino que también contribuye a la transición hacia modelos de desarrollo más sostenibles, marcando un precedente para el uso de tecnologías innovadoras en la planificación y gestión urbana.

Conclusions

The integration of ESG principles in the geolocation of urban materials promotes ethical, sustainable research aligned with the needs of today's society. This approach not only fosters environmental and social sustainability, but also promotes a replicable model for future research in urban environments. The implementation of Harvest Map highlights the strategic value of geolocation technologies in optimizing resource management in sectors such as construction, where it has demonstrated a significant impact on carbon emissions. In short, Harvest Map not only improves economic and operational efficiency, but also contributes to the transition to more sustainable development models, setting a precedent for the use of innovative technologies in urban planning and management.

Referencia Bibliografica

1. Dubey, R., Gunasekaran, A., Childe, S., & Papadopoulos, T. (2019). Supplier relationship management for circular economy: Influence of external pressures and top management commitment. *Management Decision, 57*(14), 767–790. https://doi.org/10.1108/MD-04-2018-0396
2. Gupta, S., Chen, H., Hazen, B. T., Kaur, S., & Gonzalez, E. D. (2019). Circular economy and big data analytics: A stakeholder perspective. *Technological Forecasting and Social Change, 144*, 466–474. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.06.030
3. Frishammar, J., & Parida, V. (2019). Circular business model transformation: A roadmap for incumbent firms. *California Management Review, 61*(2), 5–29. https://doi.org/10.1177/0008125618811926
4. Schöggl, J.-P., Baumgartner, R. J., & Hofer, D. (2023). Digitalización intencional y pensamiento sistémico en la economía circular. *Ciencia Latina*, análisis sobre blockchain y sostenibilidad.
5. Upadhyay, A., Laing, T., & Prock, K. (2021). Blockchain applications for reducing carbon footprint and enabling sustainability. *Journal of Cleaner Production, 306*, 127-140.
6. Reguerio, J., Pérez, F., & Varela, T. (2024). Diseño, fabricación y mantenimiento de productos sostenibles con blockchain: Perspectivas de economía circular. *Revista de Innovación y Sostenibilidad, 5*(1), 42–55.

VALUTAZIONE DELL'INTERAZIONE TRA LUCE NATURALE E OUTDOOR VIEW NELL'EDILIZIA UNIVERSITARIA: UN CASO STUDIO

EVALUATION OF THE INTERACTION BETWEEN DAYLIGHT AND OUTDOOR VIEW IN UNIVERSITY BUILDINGS: A CASE STUDY

Giacomo Caccia

Ingegnere Edile e delle Costruzioni / Building Engineer. E-mail: giacomo.caccia@mail.polimi.it

Matteo Cavaglià

Ph.D. Student within the Department of Architecture, Built Environment and Construction Engineering (DABC) at the University of the Polytechnic of Milan in Italy. E-mail: matteo.cavaglia@polimi.it

Alberto Speroni

Researcher within the Department of Architecture, Built Environment and Construction Engineering (DABC) at the University of the Polytechnic of Milan in Italy. E-mail: alberto.speroni@polimi.it

Luis Palmero Iglesias

Prof. architect/building engineer within the Department of Building Architecture at the Universitat Politècnica de València. E-mail: lpalmero@csa.upv.es

Tiziana Poli

Full professor at the University of the Polytechnic of Milan in Italy, affiliated with the Department of Architecture, Built Environment and Construction Engineering (DABC). E-mail: tiziana.poli@polimi.it

Andrea Mainini

Associate professor at the University of the Polytechnic of Milan in Italy, affiliated with the Department of Architecture, Built Environment and Construction Engineering (DABC). E-mail: andreagiovanni.mainini@polimi.it

Abstract

People spend most of their lives indoors and providing them a good view to outside can be an important strategy to improve their indoor comfort. This study examines the relationship, still unclear, between outdoor view and daylight through the analysis of building 1C of Universitat Politecnica de València as a case study, following the UNI EN 17037 standard. The analysis compares the illuminance and glare levels with the view quality, focusing on the possible correlation between these aspects. The case study analysis investigates first the comfort condition of the actual building, later compared to two possible future scenarios: the addition of internal roller blinds and the construction of a new building in front of the case study one.

The findings reveal an inverse relationship between outdoor view quality and daylight availability: higher view quality often coincides with disturbing glare and excessive illuminance, reducing visual comfort despite better views. Additionally, the standard does not consider the impact of blinds or other shading devices, which can significantly alter the results. Finally, some differences between the perceived view and the calculated quality of it have been encountered, due to some calculation limitations of the standard.

Keywords

Outdoor view; EN 17037; visual comfort; daylight; building simulation

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

VALUTAZIONE DELL'INTERAZIONE TRA LUCE NATURALE E OUTDOOR VIEW NELL'EDILIZIA UNIVERSITARIA: UN CASO STUDIO

EVALUATION OF THE INTERACTION BETWEEN DAYLIGHT AND OUTDOOR VIEW IN UNIVERSITY BUILDINGS: A CASE STUDY

Giacomo Caccia[1], Matteo Cavaglià[1], Alberto Speroni[1], Luis Palmero Iglesias[2], Tiziana Poli[1], Andrea Giovanni Mainini[1]
Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito (DABC), Politecnico di Milano[1]; Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación, Universitat Politècnica de València[2]

INTRODUZIONE

Le persone trascorrono oltre il 90% della loro vita in ambienti interni (EPA, 1989), rendendo l'accesso a viste di qualità essenziale per il comfort e il benessere. Viste con elementi naturali migliorano la soddisfazione lavorativa e la produttività negli uffici (Lottrup et al., 2015) e offrono benefici in contesti come ospedali, (velocizzando il tempo di ricovero) (McCuskey Shepley, 2006), prigioni (Moore, 1981) e scuole (Matsuoka, 2010). In aule universitarie, i posti vicino alle finestre sono preferiti per i benefici psicologici associati (Kim & Wineman, 2005). Inoltre, guardare paesaggi esterni riduce l'affaticamento visivo (Kaplan, 2001), ha un effetto rilassante sugli occhi (Thomson, 1998) e migliora la salute mentale (Kaplan, 1993; Channon, 2023).

La letteratura sul rapporto tra luce diurna e outdoor view afferma che questa relazione deve ancora essere chiarita, anche se esiste una forte connessione (Sasaki et al., 2023). Studiare questa correlazione è complesso, poiché numerose variabili influenzano le valutazioni del comfort visivo (Hellinga, 2013) e questi due aspetti si influenzano reciprocamente: la valutazione di una vista può essere condizionata dai livelli di luce stessi, così come da altri fattori legati all'attività svolta durante la valutazione della vista (Khanie et al., 2013).

MODELLAZIONE E DEFINIZIONE DEL CASO STUDIO

Come caso studio è stato scelto l'edificio 1C della Scuola di Ingegneria Edile dell'Universitat Politècnica de València, in quanto presenta problematiche legate a luce naturale, abbagliamento e comfort visivo, soprattutto a causa di schermature non ottimali rispetto all'orientamento dell'edificio. L'analisi è stata condotta per valutare l'equilibrio tra luce naturale e vista esterna, evidenziando le principali limitazioni dello standard EN 17037. Lo studio è stato realizzato modellando l'edificio in Rhinoceros 7 (Figura 1) e utilizzando ClimateStudio per simulazioni e la selezione dei materiali (Tabella 1), con un focus su tre fasi principali: valutazione delle condizioni attuali, analisi dell'uso di schermature interne e studio dell'impatto di un nuovo edificio nel contesto circostante.

Tabella 1. Materiali assegnati in ClimaStudio e relative prorietà. / **Table 1.** Assigned Material in ClimateStudio and related properties.

Oggetto / Object	Materiale / Material	Rugosità (%) / Roughness (%)	VR (%)
Muri / Walls Soffitti / Ceilings	Vernice bianca / White paint	0.20	84
Pavimenti / Floors	Ceramica /Ceramic	0.20	33.7
Edificio di contest / Context building	Cemento/Concrete	0.30	33.4
Prato / Grass	Prato / Grass	0	7.4
Alberi / Trees			
Foglie / Leaves	Acero / Acer	0	10.3
Rami / Twig Tronco / Trunk	Corteccia / Bark	0	14.9
Finestre e schermature / Windows and shadings			
Telai finestre / Window frames Schermature fisse / Fixed shadings	PVC grigio / Grey PVC	0.05	10.7
	LT (%) / VR (%)	U-value (W/m² K)	SF (%)
Vetro / Glass	73 / 15	1.5	75

ANALISI DELLO STATO ATTUALE

La prima analisi ha valutato le condizioni di luce e vista dell'edificio nel suo complesso, aggiungendo analisi dettagliate di illuminamento, abbagliamento e vista su alcuni spazi singoli particolarmente significativi, seguendo la norma EN 17037. L'ufficio analizzato (Figura 2), con una grande parete vetrata a est e una finestra a sud, presenta livelli eccessivi di illuminamento, specialmente al mattino, e problemi di abbagliamento dovuti a schermature fisse poco efficaci. Tuttavia, la qualità della vista è risultata eccellente grazie all'ampia parete vetrata. I risultati mostrano una relazione inversa tra qualità della vista e Illuminazione naturale, con zone di vista ottimali che corrispondono a quelle con un maggiore rischio di abbagliamento e illuminamento eccessivo.

ACTUAL BUILDING ANALYSIS

The initial analysis evaluated the building's overall lighting and view conditions, followed by a detailed assessments of illuminance, glare, and view quality in specific key spaces, following the EN 17037 standard. The analyzed office (Figure 2), with a large glazed wall to the east and a south-facing window, shows excessive illuminance levels, particularly in the morning, and glare issues due to ineffective fixed shading devices. However, the view quality was excellent, thanks to the large glazed wall. The results reveal an inverse relationship between view quality and natural lighting control, with optimal view areas corresponding to zones with a higher risk of glare and excessive illuminance.

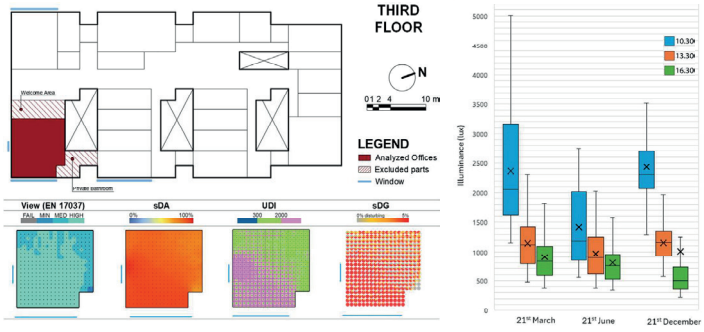


Figura 2. Posizione dell'ufficio e risultati dell'analisi di luce+ vista. / **Figure 2.** Office location and results of the view+light analysis.

Conclusioni

- Le schermature mobili non sono mai considerate nelle metodologie di calcolo attuali per la view out, poiché il loro funzionamento non è incluso nell'indicatore previsto dello standard, mentre vengono considerate nel calcolo della condizione di luce naturale.
- La vista verso l'esterno e la luce naturale sembrano avere una relazione inversa, ma il confronto attuale si basa su metriche annuali per la luce e metriche atemporali per la vista; pertanto, i risultati necessitano di ulteriori approfondimenti in futuri studi.
- Possibili scenari di transizione delle condizioni esterne possono modificare il calcolo della vista e della luce: un cambiamento del contesto ha effetto su entrambi gli aspetti, mentre un'ipotetica ristrutturazione dell'edificio in cui sono aggiunte tende automaticamente attivate, secondo l'attuale standard, ha impatto solamente sul controllo della luce naturale.

INTRODUCTION

People spend over 90% of their lives indoors (EPA, 1989), making access to quality views essential for comfort and well-being. Views including natural elements enhance workplace satisfaction and productivity in offices (Lottrup et al., 2015) and provide benefits in contexts such as hospitals, (speeding up recovery time) (McCuskey Shepley, 2006), prisons (Moore, 1981) and schools (Matsuoka, 2010). In university classrooms, seats near windows are preferred due to their associated psychological benefits (Kim & Wineman, 2005). Moreover, looking at outdoor landscapes reduces visual fatigue (Kaplan, 2001), relaxes the eyes (Thomson, 1998), and improves mental health (Kaplan, 1993; Channon, 2023).

Literature about the relationship between daylight and outdoor view states that the relationship between them has still to be clarified, even if a strong connection is present (Sasaki et al., 2023). Investigating their correlation is difficult as a high number of variables is affecting visual comfort evaluations (Hellinga, 2013), and because of the mutual influence that these two aspects have on each other: for example, the rating of a view can be affected by the light levels itself, but also by the activity carried out while pursuing the view assessment (Khanie et al., 2013).

CASE STUDY DEFINITION AND MODELING

The building 1C of the School of Building Engineering at the Universitat Politècnica de València was selected as the case study due to its issues related to natural light, glare, and visual comfort, primarily caused by shading devices that are not optimal for the building's orientation. The analysis has been conducted to evaluate the interaction between natural light and outdoor views, highlighting the main limitations of the EN 17037 standard. The study was carried out by modeling the building in Rhinoceros 7 (Figure 1) and using ClimateStudio for simulations and material selection (Table 1), focusing on three main phases: assessment of current conditions, analysis of the use of internal shading systems, and evaluation of the impact of a new building in the surrounding context.

Figura 1. Comparazione tra il modello Rhino e l'edificio attuale. / **Figure 1.** Comparison between Rhino model and real building.



ANALISI DI POSSIBILI SCENARI FUTURI

L'analisi ha considerato due scenari futuri: una ristrutturazione che prevedere l'installazione di tende a rullo automatiche e la costruzione di un nuovo edificio vicino a quello esistente (Figura 3). L'introduzione delle tende, trasparenti (VT=6%) o opache, ha migliorato il controllo di illuminamento e abbagliamento, ma non ha avuto impatti sulla qualità della vista, evidenziando una limitazione nello standard, che non considera l'effetto delle schermature sulla vista. Nel caso del nuovo edificio, i risultati mostrano che la norma EN 17037 non riflette adeguatamente i cambiamenti nella percezione della vista, poiché scenari con variazioni significative nella composizione visiva (come meno elementi verdi o cielo) producono valutazioni identiche o incoerenti.

ANALYSIS OF POSSIBLE FUTURE SCENARIOS

The analysis consideres two future scenarios: a refurbishment installing automated roller blinds and the construction of new buildings near the existing one (Figure 3). The introduction of roller blinds, either transparent (VT=6%) or opaque, improved the control of illuminance and glare but had no impact on the view quality. This highlights a standard limitation, which does not account for the effect of shading devices on the actual view. In the case of the new building, the results showed that EN 17037 does not adequately reflect changes in view perception. Scenarios with significant variations in the visual composition (such as fewer green elements or less sky) produced inconsistent evaluations.

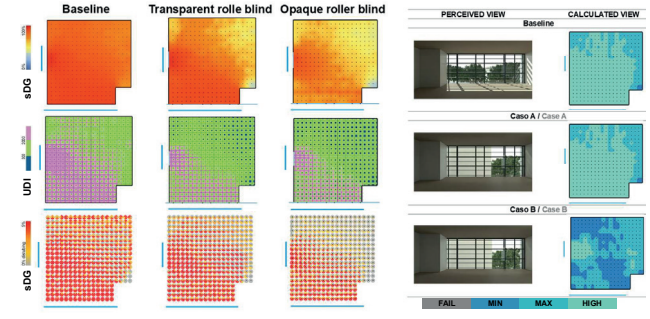


Figura 3. Impatto dell'aggiunte di tende interne (sinistra) e impatto delle modifiche del contesto (destra) su luce e vista.
Figure 3. Impact of internal roller blinds addition (left) and impact of context changes (right) on light and outdoor view.

Conclusions

- Movable shadings are never considered in the actual calculation methodologies for view out as their operation is not included in the indicator provided by the standard, while they are considered in the assessment of natural light availability.
- Outdoor view and daylight seem to have an inverse relationship, but the actual comparison is based on annual metrics for light and timeless ones for view, so results need to be better investigated in future works.
- Possible future scenarios of transition of the outdoor condition can modify the calculation of view out and light: a change in the context affects both aspects, while a hypothetical renovation of the building in which automatically activated curtains are added, according to the current standard, impacts only the control of natural light.

BIBLIOGRAFIA / BIBLIOGRAPHY : EPA. (1989). Report to Congress on indoor air quality. Volume 2: Assessment and control of indoor air pollution. https://hero.epa.gov; Lottrup, L., Stigsdotter, U. K., Meilby, H., & Claudi, A. G. (2015). The Workplace Window View: A Determinant of Office Workers' Work Ability and Job Satisfaction. Landscape Research, 40(1), 57–75. https://doi.org/10.1080/01426397.2013.829806; McCuskey Shepley, M. (2006). The role of positive distraction in neonatal intensive care unit settings. Journal of Perinatology, 26(S3), S34–S37. https://doi.org/10.1038/sj.jp.7211584; Moore, E. O. (1981). A Prison Environment's Effect on Health Care Service Demands. Journal of Environmental Systems, 11(1), 17–34. https://doi.org/10.2190/KM50-WH2K-K2D1-DM69; Matsuoka, R. H. (2010). Student performance and high school landscapes: Examining the links. Landscape and Urban Planning, 97(4), 273–282. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.06.011; Kim, J.-J., & Wineman, J. (2005). Are Windows and Views Really Better? A Quantitative Analysis of the Economic and Psychological Value of Views; Kaplan, R. (1993). The role of nature in the context of the workplace. Landscape and Urban Planning, 26(1–4), 193–201. https://doi.org/10.1016/0169-2046(93)90016-7; Kaplan, R. (2001). The Nature of the View from Home. Environment and Behavior, 33(4), 507–542. https://doi.org/10.1177/00139160121973115; Thomson, W. (1998). Eye problems and visual display terminals–the facts and the fallacies. Ophthalmic and Physiological Optics, 18(2), 111–119. https://doi.org/10.1016/S0275-5408(97)00067-7; Sasaki, S., Oe, Y., Kishimoto, N., Taniguchi, K., Yoshizawa, N., & Budoh, Y. (2023). Causal connection between psychological view and daylighting evaluation in living spaces. CIE X050:2023 Proceedings of the 30th Session of the CIE, Ljubljana, Slovenia, September 15 – 23, 2023, Volume 1, 1472–1479. https://doi.org/10.25039/x50.2023.PO089; Hellinga, H. (2013). Daylight and View: The Influence of Windows on the Visual Quality of Indoor Spaces. https://api.semanticscholar.org/CorpusID:131694287; Khanie, M. S., Stoll, J., Mende, S., Wienold, J., Einhäuser, W., & Andersen, M. (2013). Uncovering relationships between view direction patterns and glare perception in a daylit workspace. https://api.semanticscholar.org/CorpusID:17895549

NOMENCLATURA / NOMENCLATURE : **sDA** spatial Daylight Autonomy; **sDG** spatial Disturbing Glare, **UDI** Useful Daylight Illuminance; **VR** Visual Reflectance; **VT** Visual Trasmittance; **SF** Solar Factor

LA ACÚSTICA DE LA ÓPERA DE SÍDNEY

THE ACOUSTICS OF THE SYDNEY OPERA HOUSE

Quiteria Angulo-Ibáñez
Investigadora del CITE. Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Profesora. Doctora en Arquitectura por la UPV. E-mail:quianib@csa.upv.es
CITE Researcher. Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València, Assistant Professor. Architect. PhD in Architecture by the UPV

Aitana Puig-Rocher
Arquitecta / Architect

Abstract

The present analysis is carried out on the Sydney Opera House, emphasising the socio-cultural, architectural and acoustic study of this representative auditorium. The main purpose of the present work is to evaluate the acoustic quality of the concert hall at the Sydney Opera House. For this purpose, the construction, architectural, conditioning and insulation conditions of the auditorium have been considered. Following this analysis, an evaluation of the acoustic performance will be made according to the architectural configuration. In this way, the acoustic functionality of the building can be seen according to its use and architectural-compositional distribution and its acoustic quality can be evaluated. And as Peter Zumthor would say, every space functions as a great instrument, it mixes sounds, amplifies them, transmits them everywhere. In this sense, architecture is the place where the relationship between musician and spectator becomes a reality, and acoustics is the tool for this. Music and architecture make time and space tangible.

Keywords
Sydney Opera House, Acoustics, Acoustic Conditioning, Acoustic design, Reverberation time

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

LA ACÚSTICA DE LA ÓPERA DE SÍDNEY
THE ACOUSTICS OF THE SYDNEY OPERA HOUSE

Quiteria Angulo-Ibáñez[1], Aitana Puig-Rocher[2]
Departamento de Construcciones Arquitectónicas / Universitat Politècnica de València[1], Architect [2]

INTRODUCCIÓN. La Ópera de Sídney, proyecto del arquitecto danés Jørn Utzon, fue inaugurada en 1973. Para el diseño de la sala de conciertos se realizaron pruebas con modelos a escala 1/10 que revelaron problemas en la distribución del sonido en ciertas áreas, donde el sonido directo dominaba sobre las reflexiones laterales. Esto motivó modificaciones en la morfología de la sala (Imagen 1). El diseño definitivo incluyó un techo con nervaduras irradiantes y un contorno ajustado en planta. Nuevas pruebas indicaron que los valores de Tiempo de Energía Decayente (EDT) eran superiores a los de Tiempo de Reverberación (RT), lo que corregía las deficiencias acústicas previas en la zona de la orquesta, aunque se sospechaba que valores altos de EDT podrían afectar la articulación del sonido.

INTRODUCTION. The Sydney Opera House was designed by Danish architect Jørn Utzon and inaugurated in 1973. For the design of the concert hall, tests with 1/10 scale models revealed problems with sound distribution in certain areas, where direct sound dominated over lateral reflections. This led to modifications in the morphology of the hall (Image 1). The final design included a ceiling with radiating ribs and a tight contour in plan. Further testing indicated that the Early Decay Time (EDT) values were higher than the Reverberation Time (RT) values, which corrected the previous acoustic deficiencies in the orchestra area, although it was suspected that high EDT values might affect the articulation of the sound.

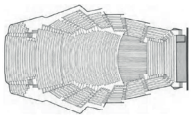


Imagen 1. Plano de planta de la sala
Image 1. Floor plan of the hall

OBJETIVOS

El propósito principal del presente trabajo es evaluar la calidad acústica de la sala de conciertos en la Ópera de Sídney. Para ello, tras esta breve contextualización se ha proseguido a la obtención de los parámetros acústicos más determinantes que ayudarán a realizar un el análisis acústico completo de la sala (Tabla 1).

OBJETIVES

The main purpose of the present work is to evaluate the acoustic quality of the concert hall at the Sydney Opera House. To do this, after this brief contextualization, we have continued to obtain the most decisive acoustic parameters that will help carry out a complete acoustic analysis of the room (Table 1).

24.600 m³	V: volumen de la sala / volume of the hall
1.362 m²	Sa: superficie de butacas / seating area
1.563 m²	SA: superficie acústica de la audiencia / acoustic audience area
180,7 m²	So: superficie del escenario / stage area
1.744 m²	ST: SA + So
2.679	N: número de asientos / number of seats
16,8 m	H: altura media de la sala / average height of the hall
33,2 m	W: anchura media de la sala / average width of the hall
31,7 m	L: longitud media de la sala / average length of the hall
44,5 m	D: distancia entre el centro del escenario y el oyente más alejado / distance between the centre of the stage and the farthest listener

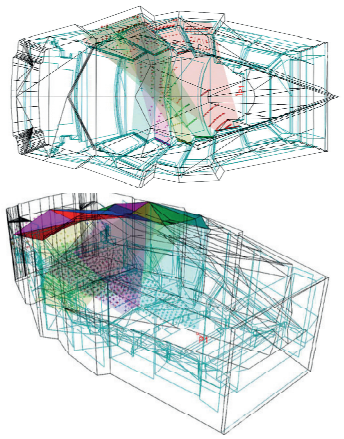


Figura 1. Reflexiones en la sala / Figure 1. Sound reflections in the hall

PLAN EXPERIMENTAL / Materiales / EXPERIMENTAL PLAN / Materials

La sala de conciertos utiliza materiales como madera laminada y contrachapada en paredes, balcones y asientos para optimizar las reflexiones acústicas, mientras que el techo combina madera y plástico para mejorar la dispersión sonora. Un toldo flotante compuesto por 21 reflectores acrílicos circulares ayuda a distribuir el sonido de manera uniforme, con alturas entre 8,2 y 10,7 metros. Los suelos de madera laminada, sin alfombras, potencian la acústica al estar diseñados con un espacio de retorno de aire. Las grandes paredes laterales y los antepechos de los palcos reflejan el sonido hacia la zona central, mientras que las secciones superiores reciben reflexiones del techo y fondos, garantizando una experiencia acústica equilibrada.

The concert hall uses materials such as plywood and plywood on walls, balconies and seats to optimize acoustic reflections, while the ceiling combines wood and plastic to improve sound dispersion. A floating canopy composed of 21 circular acrylic reflectors helps distribute sound evenly, with heights ranging from 8.2 to 10.7 meters. Laminate wood floors, without carpeting, enhance acoustics by being designed with an air return gap. The large side walls and box parapets reflect sound towards the central area, while the upper sections receive reflections from the ceiling and backdrops, ensuring a balanced acoustic experience.

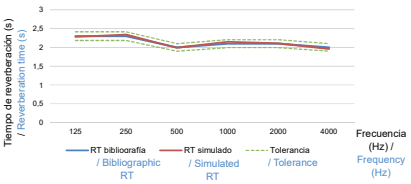
Procedimiento para la obtención de los parámetros acústicos

Para analizar la acústica de la sala, se utilizó el software Odeon, cargando un modelo 3D que integra la materialidad específica del espacio. Mediante simulación por trazado de rayos, se evaluaron parámetros acústicos asignando coeficientes de absorción a las superficies según sus materiales. El techo, debido a la incertidumbre en su comportamiento absorbente, se utilizó como variable de calibración ajustada en función del tiempo de reverberación medio (RTmid) obtenido de fuentes bibliográficas.

Procedure for obtaining acoustic parameters

To analyze the acoustics of the room, Odeon software was used, loading a 3D model that integrates the specific materiality of the space. Through ray tracing simulation, acoustic parameters were evaluated by assigning absorption coefficients to the surfaces according to their materials. The ceiling, due to the uncertainty in its absorptive behavior, was used as a calibration variable adjusted according to the mean reverberation time (RTmid) obtained from bibliographic sources.

Tabla 3. Ajuste de los tiempos de reverberación /Table 3. Adjustment of reverberation times



	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
RT bibliografía / Bibliographic RT	2,3	2,3	2	2,1	2,1	2
RT simulado / Simulated RT	2,28	2,34	1,99	2,15	2,11	1,96

Tabla 4. Tiempos de reverberación (s) deseados y obtenidos a sala llena
Table 4. Reverberation time (s) desired and achieved at full hall

	125 Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
EDT (s)	2,36	2,52	2,18	2,37	2,26	1,92

Tabla 5. EDT (s) a sala llena / Table 5. EDT (s) at full hall

	125 Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
C_{80} (dB)	-1,60	-2,40	-2,00	-2,40	-2,00	-0,90

Tabla 6. C80 (dB) a sala llena / Table 6. C80 (dB) at full hall

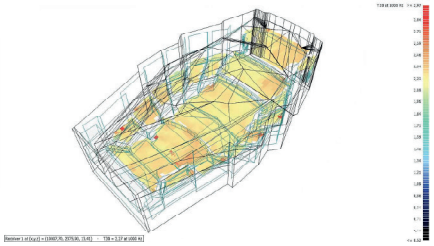
	125 Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
LF_{80}	0,227	0,239	0,258	0,258	0,248	0,233

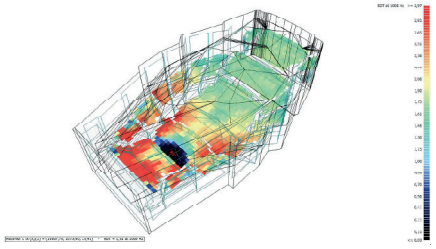
Tabla 7. LF80 a sala llena / Table 7. LF80 at full hall

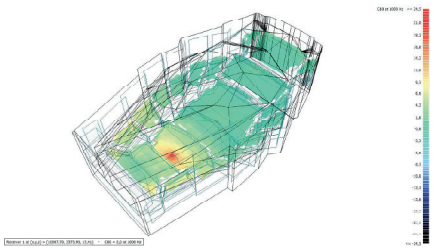
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Paredes laterales y antepechos / Side walls and parapets	0,28	0,22	0,17	0,09	0,10	0,11
Paredes exteriores / External walls	0,19	0,14	0,09	0,06	0,06	0,05
Suelo / Floor	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07
Escenario / Stage	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07
Butacas / Seats	0,52	0,68	0,80	0,75	0,70	0,55
Techo / Roof	0,17	0,02	0,003	0,002	0,003	0,0005

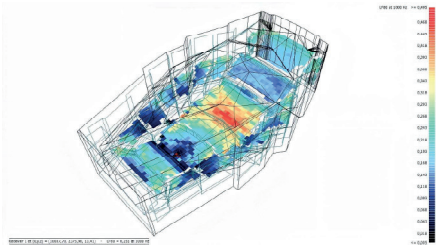
Tabla 2. Coeficientes de absorción adoptados para las superficies
Table 2. Absortion coefficients adopted for surfaces

Parámetros acústicos obtenidos de la sala
Acoustic parameters obtained from the hall









Resultados

Para analizar la acústica de la sala, se utilizó el software La sala de conciertos de la Ópera de Sídney tiene un tiempo de reverberación (RT) entre 2 y 2,30 segundos, algo elevado para el rango ideal, afectando la claridad sonora. Los valores de claridad (C80) son bajos, entre -1,60 y -2,40 dB, indicando pérdida de definición por alta reverberación. Además, el factor lateral (LF80) es ligeramente inferior al ideal en frecuencias bajas y altas, afectando la percepción de espacialidad.

Results

The Sydney Opera House concert hall has a reverberation time (RT) between 2 and 2.30 seconds, which is somewhat high for the ideal range, affecting sound clarity. The clarity values (C80) are low, between -1.60 and -2.40 dB, indicating loss of definition due to high reverberation. In addition, the lateral factor (LF80) is slightly less than ideal at low and high frequencies, affecting the perception of spatiality.

Conclusiones

El tiempo de reverberación en la sala es superior al valor recomendado, lo que afecta directamente a la claridad acústica. Esta situación puede tener un impacto negativo en la calidad sonora de la sala. Los valores de energía lateral son ligeramente menores a los recomendados, lo que sugiere una predominancia de la energía sonora directa desde el escenario sobre la lateral, afectando la percepción espacial del sonido. Los valores de energía lateral en la sala son ligeramente inferiores a las recomendaciones, haciendo que prevalece la energía sonora directa proveniente del escenario en lugar de la energía sonora lateral. Esto también contribuye de manera desfavorable a la percepción del sonido en el espacio.

En vista de los resultados obtenidos, se puede afirmar que la sala de conciertos de la Ópera de Sídney presenta una calidad acústica aceptable, aunque no sobresaliente en comparación con otras grandes salas de audición contemporáneas.

Conclusions

The reverberation time in the room is higher than the recommended value, which directly affects the acoustic clarity. This situation can have a negative impact on the sound quality of the room. The lateral energy values are slightly lower than the recommended values, suggesting a predominance of direct sound energy from the stage over the lateral, affecting the spatial perception of the sound. The lateral energy values in the room are slightly lower than the recommendations, causing direct sound energy from the stage to prevail over lateral sound energy. This also contributes unfavorably to the spatial sound perception. In view of the results obtained, it can be stated that the concert hall of the Sydney Opera House presents an acceptable acoustic quality, although not outstanding in comparison with other large contemporary listening rooms.

PERCEPCIÓN DEL ESPACIO PÚBLICO A TRAVÉS DE LA PUBLICIDAD EXTERIOR. EL CASO DE MADRID

PERCEPTION OF PUBLIC SPACE THROUGH OUTDOOR ADVERTISING. THE CASE OF MADRID

Quiteria Angulo-Ibáñez
Investigadora del CITE. Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Profesora. Doctora en Arquitectura por la UPV. E-mail:quianib@csa.upv.es
CITE Researcher. Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València, Assistant Professor. Architect. PhD in Architecture by the UPV

Miriam Hernández-García
Arquitecto / Building Engineer

Abstract

This paper focuses on analyzing and understanding the urban environment of Madrid by examining the impact of outdoor advertising and its influence on citizens' experiences. This research is essential, as outdoor advertising is a fundamental component of the city's urban landscape and visual identity. Its presence not only alters Madrid's aesthetics but also affects the quality of life of its residents. Understanding this influence is critical for the development of urban regulations and the design of advertising elements. The research is approached from an interdisciplinary perspective, combining insights from marketing and architecture. Methods for data collection include mapping neighborhoods with high advertising density, notably Trafalgar, Cortes, Sol, Palacio, Justicia, and Universidad. This fieldwork aims to analyze the distribution of advertising elements in key areas of Madrid and evaluate how this structure affects citizens' perceptions, all within the framework of municipal regulations. In these areas, municipal ordinances play a crucial role in determining the distribution and type of permitted advertising, impacting its integration with citizens and the urban environment. Findings highlight the importance of balancing commercial visibility with the preservation of historical heritage and urban aesthetics. This study provides a valuable foundation for future research on the relationship between outdoor advertising and urban experience.

Keywords
Outdoor Advertising, Urban Experience, Architecture, Madrid, Marketing

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

PERCEPCIÓN DEL ESPACIO PÚBLICO A TRAVÉS DE LA PUBLICIDAD EXTERIOR. EL CASO DE MADRID

PERCEPTION OF PUBLIC SPACE THROUGH OUTDOOR ADVERTISING. THE CASE OF MADRID

Quiteria Angulo-Ibáñez[1], Miriam Hernández-García[2]
Departamento de Construcciones Arquitectónicas / Universitat Politècnica de València[1], Architect [2]

INTRODUCCIÓN. La publicidad exterior es un componente esencial en la configuración de las ciudades contemporáneas, y su influencia en la experiencia urbana se ha convertido en un tema de creciente relevancia para la arquitectura y el urbanismo. En el contexto de Madrid, esta investigación sobre publicidad exterior permite comprender no solo cómo los elementos publicitarios afectan el ambiente urbano, sino también cómo se integran en él. Desde los carteles hasta las pantallas digitales, estos elementos modelan el espacio público y afectan la forma en que los ciudadanos perciben y se relacionan con su entorno. La publicidad exterior abarca desde formatos permanentes, como MUPI (módulos urbanos de publicidad), marquesinas, pantallas LED y lonas, hasta intervenciones temporales y creativas, conocidas como campañas de marketing de guerrilla.

INTRODUCTION. Outdoor advertising is an essential component in the shaping of contemporary cities, and its influence on urban experience has become a topic of growing significance for architecture and urban planning. In the context of Madrid, this research into outdoor advertising allows us to understand not only how advertising elements affect the urban environment but also how they integrate into it. From posters to digital screens, these elements shape public space and influence how citizens perceive and interact with their surroundings. Outdoor advertising encompasses a range of formats, from permanent installations like MUPI (urban advertising modules), bus shelters, LED screens, and building wraps, to temporary and creative interventions known as guerrilla marketing campaigns.



Imagen 1. Campaña de marqueting de guerrilla en Madrid.Fuente/Source: Diario EL PAIS/ Image 1. Guerrilla marketing campaign in Madrid.

OBJETIVOS
Las ciudades modernas están en constante transformación, y la publicidad desempeña un papel crucial en esta metamorfosis. Este trabajo propone, entonces, no solo un análisis, sino también un cuestionamiento profundo: ¿qué impacto tiene la publicidad en la identidad urbana, en el paisaje, en la economía y en el bienestar de los ciudadanos?

OBJETIVES
Modern cities are in a constant state of transformation, and advertising plays a pivotal role in this metamorphosis. Thus, this work proposes not only an analysis but also a profound inquiry: what impact does advertising have on urban identity, landscape, economy, and the well-being of citizens?



Imagen 2. Publicidad exterior de New York imagen de Univision noticias/ Image 2. OOH in New York



Imagen 3. Publicidad exterior de Tokyio: Fuente /Source: de puerto en puerto/ Image 3. OOH advertising in Tokyio

ANALISIS URBANO/ Normativa. La normativa vigente en Madrid, que se encuentra en constante actualización para adaptarse a la transformación urbana, juega un papel importante, intenta crear un balance entre la necesidad de visibilidad comercial y la protección del patrimonio visual y arquitectónico. La Ordenanza Reguladora de la Publicidad Exterior, actualizada en 2018, regula las dimensiones y ubicaciones de los anuncios, establece pautas sobre la estética y de contenido, buscando así preservar el carácter de la ciudad frente a la presión comercial. **URBAN ANALYSIS / Regulation.** Madrid's current regulations, which are continuously updated to keep pace with urban transformation, play an important role by attempting to balance the need for commercial visibility with the protection of visual and architectural heritage. The Regulation of Outdoor Advertising, updated in 2018, governs the dimensions and placement of ads, establishing guidelines on aesthetics and content to help preserve the character of the city amid commercial pressures. Urban regulations confront outdoor advertising as both an expression of the urban economy and a potential threat to the integrity of urban spaces.

Normativa/ Regulations	Descripción / Description
Zonas protegidas / Protected areas	La publicidad está prohibida en bienes de interés cultural, parques históricos y ciertas zonas patrimoniales. En casos excepcionales, se permite con autorizaciones que respeten la estética del área / Advertising is prohibited in assets of cultural interest, historical parks and certain heritage areas. In exceptional cases, it is allowed with authorizations that respect the aesthetics of the area.
Letreros en azoteas / Rooftop signs	Los rótulos en azoteas están permitidos en la última planta del edificio, con una altura máxima del 10% de la altura del edificio y hasta un máximo de 5,5 metros. Deben estar centrados y no ocultar detalles arquitectónicos / Rooftop signs are permitted on the top floor of the building, with a maximum height of 10% of the building height and up to a maximum of 5.5 meters. They should be centered and not hide architectural details.
Pantallas digitales / Digital screens	Limitadas a 30 m² en tamaño; no se permiten en edificios históricos o áreas patrimoniales. Rotación mínima de contenido cada 7 segundos para evitar distracciones y saturación visual / Limited to 30 m² in size; They are not allowed in historic buildings or heritage areas. Minimum content rotation every 7 seconds to avoid distractions and visual saturation.
Publicidad en andamios/ Scaffolding advertising	Las lonas deben cubrir el andamio y la fachada del edificio durante las renovaciones. En edificios de interés cultural, la lona debe replicar la apariencia original del edificio y destinar solo un 40% a publicidad / Tarps must cover the scaffolding and building façade during renovations. In buildings of cultural interest, the canvas must replicate the original appearance of the building and allocate only 40% to advertising.
Campañas temporales / Temporary campaigns	Autorizadas en ubicaciones específicas con duración máxima de 3 días. Pueden incluir instalaciones artísticas o actividades de marketing de guerrilla en zonas concurridas, siempre que cuenten con el permiso de ocupación temporal / Authorized in specific locations with a maximum duration of 3 days. They can include artistic installations or guerrilla marketing activities in crowded areas, as long as they have a temporary occupancy permit.
Uso de sonido / Use of sound	El sonido en publicidad está restringido. Puede ser autorizado para eventos especiales con un informe de impacto acústico que demuestre niveles de ruido aceptables / Sound in advertising is restricted. May be authorized for special events with an acoustic impact report demonstrating acceptable noise levels.
Publicidadmobiliario/ Furniture advertising	Se permite publicidad en quioscos y mobiliario urbano (mupis, marquesinas), con limitaciones de tamaño, contenido y proporción para no interferir con la circulación peatonal / Advertising is allowed on kiosks and street furniture (mupis, canopies), with limitations on size, content and proportion so as not to interfere with pedestrian circulation.

Tabla 1. Normativa/ Regulations

PANTALLA / SCREEN	1
CARACTERÍSTICAS / CHARACTERISTICS	IMAGEN / IMAGE
Descripción/ Description	
La Plaza de Callao en Madrid y la calle Gran Vía, cuenta con una serie de pantallas LED digitales que se utilizan para mostrar anuncios. Estas pantallas están ubicadas estratégicamente en lugares visibles para captar la atención de peatones y conductores que pasan por la zona. / LED screens used for displaying advertisements. These screens are strategically located in highly visible spots to capture the attention of pedestrians and drivers passing through the area.	
Tamaño/ Size: 600 x 500 cm — 2144 x1664 px	
Frecuencia cambio /Change: 1 min	
Productos/ Products: Cultural/ Cultural	
Movimiento /Movement: No/No — Si/Yes	
Formato: Papel/Paper — Digital/Digital	
Propietarios/ Owner: Callao City Lights	
LOCALIZACIÓN	
Nombre de la vía/ Street: Paza de Callao/ Gran Vía	
Vías de visibilidad / Visibility: Peatonal y tráfico rodado	
Tamaño de la vía/ Size: 34 m	
Visibilidad/ Visibility: Baja — Media — Alta	
Precio: soporte+alquiler por unidad/ Price: 10 000-30 000€	

Tabla 2. Ficha de las características de las pantallas/ Screen characteristics

MUPI/MUPI	2
CARACTERÍSTICAS/ CHARACTERISTICS	IMAGEN/ IMAGE
Descripción/ Description	
Los MUPIS estructura vertical, con una o dos caras publicitarias. Equipados con iluminación interna para mejorar la visibilidad de los carteles. Suelen estar en vías urbanas de gran tráfico peatonal y estaciones de metro. / MUPIs (Urban Furniture for Public Information) vertical structure with one or two advertising faces. They are equipped with internal lighting to enhance the visibility of the posters at night. They are located in high-traffic urban areas and metro stations.	
Tamaño/ Size: 1,2 x 1,75 m — 4966 x 3401 px	
Frecuencia cambio /Change: Semanal/ Mensual ó 15 seg — Weekly/Monthly	
Productos/ Products: Comercial /Comercial	
Movimiento /Movement: No/No — Si/Yes	
Formato: Impresión/Print — Digital/Digital	
Propietarios/ Owner: Ayto./ JCDecaux /Clear Channel	
LOCALIZACIÓN	
Nombre de la vía/ Street: Glorieta de Bilbao	
Vías de visibilidad / Visibility: Peatonal	
Tamaño de la vía/ Size: 3,5 m	
Visibilidad/ Visibility: Baja — Media — Alta	
Precio: soporte+alquiler por unidad/ Price: 500-600 €	

Tabla 3. Ficha de las características de los MUPIS/ MUPI characteristics

MARQUESINA/BUS STOP	3
CARACTERÍSTICAS / CHARACTERISTICS	IMAGEN / IMAGE
Descripción/ Description	
Los paneles de las marquesinas de autobus pueden estar en la parte trasera de la marquesina, exterior lateral o interior lateral. Los anuncios pueden ser impresos en carteles estáticos o, en algunos casos, en paneles digitales que muestran videos cortos. / Advertising panels can be positioned on the back of the shelter, on the exterior side, or the interior side. The advertisements may consist of printed static posters or, in some cases, digital panels displaying short videos.	
Tamaño/ Size: 1,2 x 1,8 m — 1920 x 1080 px	
Frecuencia cambio /Change: Semanal/ Mensual ó 15 seg /Weekly/Monthly	
Productos/ Products: Cultural, belleza, comercio	
Movimiento /Movement: No/No — Si/Yes	
Formato: Impresión/Print — Digital/Digital	
Propietarios/ Owner: Ayto./ JCDecaux /Clear Channel	
LOCALIZACIÓN	
Nombre de la vía/ Street: Plaza de cibles	
Vías de visibilidad / Visibility: Peatonal y tráfico rodado	
Tamaño de la vía/ Size: 50-100 m	
Visibilidad/ Visibility: Baja — Media — Alta	
Precio: soporte+alquiler por unidad/ Price: 500-600 €	

Tabla 4. Ficha de las características de las marquesinas /Table 4. Bus stop characteristics

QUIOSCO/KIOKS	4
CARACTERÍSTICAS / CHARACTERISTICS	IMAGEN / IMAGE
Descripción/ Description	
Los quioscos en Madrid son pequeñas estructuras ubicadas en áreas urbanas concurridas, como plazas, parques y calles principales. Además de vender productos estas estructuras publicitan productos en su exterior, el formato es papel y en algunos casos pueden repartir folletos en su interior. / Kiosks in Madrid are small structures located in busy urban areas such as squares, parks, and main streets. In addition to selling products, these structures advertise goods on their exteriors, typically using paper formats. In some cases, they may also distribute leaflets inside.	
Tamaño/ Size: 1 x 1,5 m — No procede	
Frecuencia cambio /Change: Semanal/ Mensual/Weekly/Monthly	
Productos/ Products: Cultural/ Cultural	
Movimiento /Movement: No/No — Si/Yes	
Formato: Impresión/Print — Digital/Digital	
Propietarios/ Owner: JCDecaux /Clear Channel	
LOCALIZACIÓN	
Nombre de la vía/ Street: Glorieta de Bilbao	
Vías de visibilidad / Visibility: Peatonal	
Tamaño de la vía/ Size: 43 m	
Visibilidad/ Visibility: Baja — Media — Alta	
Precio: soporte+alquiler por unidad/ Price: 500-600 €	

Tabla 5. Ficha de las características de los quioscos / Table 5. Kiosks characteristics

LONA/BANNERS	5
CARACTERÍSTICAS / CHARACTERISTICS	IMAGEN / IMAGE
Descripción/ Description	
Las lonas publicitarias adheridas a los edificios son una forma común de publicidad exterior que se utiliza para promocionar una amplia variedad de productos. Estas lonas suelen estar hechas de materiales resistentes y duraderos, como vinilo o tela impermeable impresos, y se instalan en las fachadas de edificios comerciales, residenciales u otros espacios urbanos. / Banners attached to buildings are a common form of outdoor advertising used to promote a wide variety of products. These banners are typically made from durable and resilient materials such as vinyl or printed waterproof fabric and are installed on the facades of buildings.	
Tamaño/ Size: 2-5 x 3-10 m — No procede	
Frecuencia cambio /Change: Varios meses/ Several months	
Productos/ Products: Comercial /Comercial	
Movimiento /Movement: No/No — Si/Yes	
Formato: Impresión/Print — Digital/Digital	
Propietarios/ Owner: JCDecaux/Exterion/Clear Channel	
LOCALIZACIÓN	
Nombre de la vía/ Street: Puerta del Sol	
Vías de visibilidad / Visibility: Peatonal y tráfico rodado	
Tamaño de la vía/ Size: 70 m	
Visibilidad/ Visibility: Baja — Media — Alta	
Precio: soporte+alquiler por unidad/ Price: 40 000-100 000 €	

Tabla 6. Ficha de las características de las lonas / Table 6. Banner characteristics



Imagen 4. Funcionamiento del retargueting / Image 4. Functioning of retargeting

Conclusiones: - A partir de este análisis, es importante destacar que distintos soportes publicitarios transmiten mensajes específicos que, además de estar relacionados con ciertos valores, están controlados y regulados por normativas. - El espacio que ocupa esta publicidad ha sido el resultado de acuerdos entre empresas privadas encargadas de la gestión de los soportes y el ayuntamiento. Este último, mediante concursos públicos, otorga la concesión de suelo público a dichas empresas, lo que a su vez genera un impacto económico variable, dependiendo de la ubicación del soporte en la ciudad. - El lugar en el que se ceden estos espacios contribuye a que la percepción de la ciudad sea diferente. Estos espacios publicitarios, considerados como "espacios de oportunidad" incorporan técnicas como el *retargeting*, que trascienden lo físico y alcanzan el ámbito digital. -Mediante la publicidad geolocalizada, estos soportes aprovechan la información pública de los usuarios, incidiendo en distintos dispositivos y personalizando la experiencia de cada persona en función de su ubicación.- Se ha observa una clara influencia en el comportamiento ciudadano, que puede variar según el punto de la ciudad en el que se encuentre el individuo.

Conclusions: -Based on this analysis, it is essential to highlight that different advertising media convey specific messages which, aside from being associated with particular values, are controlled and regulated by established policies. -The placement of this advertising has resulted from agreements between private companies responsible for managing these media and the local government. The latter grants public land concessions to these companies through public tenders, generating a variable economic impact depending on the location of the media within the city. -The sites where these advertising spaces are allocated contribute to shaping public perception of the city. These advertising spaces, viewed as "opportunity spaces," employ techniques such as retargeting, which extend beyond the physical realm to reach the digital domain.-Through geolocated advertising, these media utilize publicly available user information, reaching different devices and personalizing each individual's experience based on their location.- A clear influence on citizen behavior has been observed, with variations depending on the individual's location within the city.

NOVEDADES REGULATORIAS DE LA EFICENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS

REGULATORY DEVELOPMENTS ON THE ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS

Quiteria Angulo-Ibáñez
Investigadora del CITE. Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Profesora. Doctora en Arquitectura por la UPV. E-mail:quianib@csa.upv.es
CITE Researcher. Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València, Assistant Professor. Architect. PhD in Architecture by the UPV.

Mercedes Almenar-Muñoz
Investigadora y Profesora. Departamento de Urbanismo. Universitat Politècnica de València, España. Email: meralmuo@urb.upv.es
Researcher and Professor. Department of Urbanism. Polytechnic University of Valencia, Spain.
PhD in Urbanism.

Abstract

Currently, the construction sector generates around 36% of greenhouse emissions and is responsible for at least 39% of CO2 emissions, linked to the production of materials, their transportation, their implementation, etc. Currently, the energy crisis is posing a challenge when it comes to addressing the problem in all its areas. Directive 2002/91/EC on the energy performance of buildings brings together an energy methodology and criteria common to the Member States of the European Union.

This work offers an analysis of the regulatory framework regarding energy efficiency applied to construction and energy certification, with special reference to the recent changes introduced by the new Directive (UE) 2024/1275 of the European Parliament and of the Council of 24 April 2024 on the energy performance of buildings. EU countries must achieve cumulative end-use energy savings throughout the obligation period (from 2021 to 2030). Among the most significant new features is the implementation of the Renovation Passport and a new energy certification scale.

Keywords
Energy efficiency, Regulations, Regulatory framework, Energy certification

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

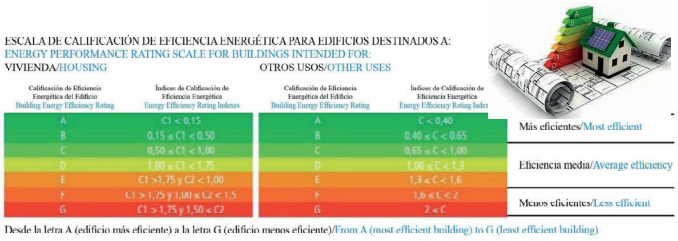
NOVEDADES REGULATORIAS DE LA EFICENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS
REGULATORY DEVELOPMENTS ON THE ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS

Quiteria Angulo-Ibáñez[1], Mercedes Almenar-Muñoz [2]
Departamento de Construcciones Arquitectónicas [1] / Departamento de Urbanismo [2] / Universitat Politècnica de València [1-2]

EFICIENCIA ENERGÉTICA

La demanda energética en la construcción, vinculada al cambio climático, impulsa la adopción de medidas de eficiencia energética y el uso de energías renovables, respaldado por acuerdos internacionales como el protocolo de Montreal, de Kyoto y la Agenda 2030. Este trabajo se enfoca en la Directiva 2002/91/CE sobre el rendimiento energético de los edificios (EPBD), destacando la importancia de considerar la eficiencia energética en la construcción mediante la evaluación de factores como sistemas de instalaciones, envolvente y ubicación. La implementación de medidas pasivas y activas, junto con la introducción de sistemas de automatización y control de edificios (BACS), se presenta como una estrategia crucial para mejorar la eficiencia y reducir el consumo de energía en el sector de la construcción.

La **Directiva 2002/91/CE** (sobre el rendimiento energético de los edificios (EPBD) prioriza la eficiencia energética en los edificios mediante una metodología común de cálculo del rendimiento energético, normas mínimas de rendimiento, certificación de edificios y control de sistemas de climatización. Sus objetivos incluyen establecer una metodología común europea para el cálculo del rendimiento energético, desarrollar normas mínimas de rendimiento energético, implementar un sistema de certificación de edificios y facilitar el control de calderas y sistemas de climatización. La directiva se aplica a edificios residenciales y terciarios, promoviendo políticas de eficiencia energética y estableciendo valores de referencia para indicadores de energía primaria. En 2021, se actualizó el Certificado de Eficiencia Energética para mejorar los procedimientos.



Nueva Certificación de Eficiencia Energética en Edificios : Clase "A0" (cero emisiones) y la **clase "A+"** (se aplicaría a aquellos edificios con una demanda energética un 20% inferior al límite establecido para los edificios de cero emisiones y con una generación renovable in situ superior a su demanda anual) / **New Energy Efficiency Certification for Buildings**: **Class "A0"** (zero emissions) and **class "A+"** (would apply to those buildings with an energy demand 20% lower than the limit established for zero emission buildings and with on-site renewable generation higher than their annual demand).



Imagen 1. Escala de calificación e Indicadores energéticos para el certificado. Fuente/Source: https://ovacen.com/certificado-energetico/ Image 1. Rating Scale and Energy Indicators for the certificate

OBLIGATORIEDAD DE OBTENER EL CERTIFICADO ENERGÉTICO

El **Decreto 112/2009** establece las directrices de la Generalitat Valenciana para la certificación energética de edificios, designando a la Agencia Valenciana de la Energía como órgano competente y definiendo los parámetros de registro y tramitación en una plataforma digital. Tras el Real Decreto 235/2013, la Generalitat Valenciana asigna al Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE) la responsabilidad de llevar a cabo el proceso de certificación energética, incluyendo trámites, registro, expedición de etiquetas y otras actividades relacionadas.

El **Decreto 112/2009** establece las directrices de la Generalitat Valenciana para la certificación energética de edificios, designando a la Agencia Valenciana de la Energía como órgano competente y definiendo los parámetros de registro y tramitación en una plataforma digital. Tras el Real Decreto 235/2013, la Generalitat Valenciana asigna al Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE) la responsabilidad de llevar a cabo el proceso de certificación energética, incluyendo trámites, registro, expedición de etiquetas y otras actividades relacionadas.

OBLIGATION TO OBTAIN ENERGY CERTIFICATE

Decree 112/2009 establishes the Generalitat Valenciana's guidelines for the energy certification of buildings, designating the Valencian Energy Agency as the competent body and defining the parameters for registration and processing on a digital platform. Following Royal Decree 235/2013, the Generalitat Valenciana assigns the Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial the responsibility for carrying out the energy certification process, including formalities, registration, issuing of labels and other related activities.

Decree 112/2009 establishes the guidelines of the Generalitat Valenciana for the energy certification of buildings, designating the Valencian Energy Agency as the competent body and defining the parameters for registration and processing on a digital platform. Following Royal Decree 235/2013, the Generalitat Valenciana assigns the Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE) the responsibility for carrying out the energy certification process, including formalities, registration, issuing of labels and other related activities.

ENERGY EFFICIENCY

Energy demand in construction, linked to climate change, is driving the adoption of energy efficiency measures and the use of renewable energy, backed by international agreements such as the Montreal Protocol, Kyoto Protocol and the 2030 Agenda. This paper focuses on the Energy Performance of Buildings Directive 2002/91/EC, highlighting the importance of considering energy efficiency in construction by assessing factors such as installation systems, envelope and location. The implementation of passive and active measures, together with the introduction of building automation and control systems, is presented as a crucial strategy to improve efficiency and reduce energy consumption in the building sector.

Directive 2002/91/EC (on the energy performance of buildings) prioritises energy efficiency in buildings through a common methodology for energy performance calculation, minimum performance standards, certification of buildings and control of air-conditioning systems. Its objectives include establishing a common European methodology for calculating energy performance, developing minimum energy performance standards, implementing a system of building certification and facilitating the control of boilers and air-conditioning systems. The directive applies to residential and tertiary buildings, promoting energy efficiency policies and setting reference values for primary energy indicators. In 2021, the Energy Performance Certificate was updated to improve procedures.

DIRECTIVA (UE) 2024/1275 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO RELATIVA A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS

Buscar **acelerar el ritmo de renovación de edificios en la UE**, especialmente aquellos con peor comportamiento energético,para garantizar los objetivos de descarbonización. Se alinea con el Plan RePower EU. El mencionado plan nace como respuesta al conflicto entre Rusia y Ucrania, iniciado en 2022 (intentan reducir la dependencia energética de los combustibles fósiles rusos y acelerar la transición energética). Para ello, las principales metas son incrementar el uso de fuentes de energía renovables, reducir el consumo energético e incrementar el ahorro energético. De este modo, el EPBD no solo actualiza las disposiciones existentes anteriores, sino que extiende su campo de actuación para **promover la rehabilitación energética**, **la movilidad sostenible** y el **aprovechamiento de las fuentes energéticas renovables**, con un foco en hogares vulnerables y afectados por la pobreza energética.

Los puntos más significativos de esta **nueva Directiva** son los siguientes, según la fuente del Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico (España):



Imagen 2. Fuente / Image 2. Source: www.Suenergy.com

1) Normas mínimas de eficiencia energética para los edificios no residenciales. Para el año 2030, todos los edificios no residenciales deberán estar por debajo del umbral del 16%, y, para el año 2033 por debajo del umbral del 26%. La finalidad es promover la renovación de los edificios con peor comportamiento energético del parque nacional.

2) Para alcanzar la **descarbonización en el parque edificatorio nacional**, no solo es imprescindible la reducción del consumo energético, sino también fomentar la utilización de fuentes de energía renovables. Todos los **edificios públicos y no residenciales nuevos** con superficie útil superior a 250 m2, siempre que sea económica y técnicamente viable, deberán **implantar instalaciones de energía solar** antes del 31 de diciembre de 2026.

3) Los **edificios de cero emisiones (ZEB)** marcan el nuevo estándar hacia el nuevo parque inmobiliario.

4) Se implementa el **Pasaporte de Renovación (BRP).**

5) La optimización de las **instalaciones técnicas en edificios**.

6) Incorpora obligaciones relacionadas con la **infraestructura para movilidad sostenible**. La finalidad es fomentar la preparación para un parque automovilístico electrificado y promover la movilidad activa.

7) Certificación de Eficiencia Energética en Edificios deberá adaptarse a la **nueva escala comunitaria**. Esta escala empleará las letras de la "A" (emisiones cero) a la "G"(los edificios menos eficientes). Adicionalmente, pueden ser definidas otras dos clases:
la clase **"A0"** (cero emisiones, a partir del año 2026) y la **clase "A+"** (se aplicaría a aquellos edificios con una demanda energética un 20% inferior al límite establecido para los edificios de cero emisiones y con una generación renovable in situ superior a su demanda anual).

8) Información sobre la Eficiencia energética del edificio. El Estado miembro deberá crear una base de datos nacional sobre eficiencia energética en edificios, que no solo recopile datos de los edificios a nivel individual, sino también de la eficiencia global del parque inmobiliario nacional.

DIRECTIVE (EU) 2024/1275 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL ON THE ENERGY PERFORMANCE OF BUILDINGS. Seeks to accelerate the pace of renovation of buildings in the EU, especially those with the worst energy performance, to ensure decarbonization targets. It is aligned with the RePower EU Plan. The aforementioned plan was born as a response to the conflict between Russia and Ukraine, initiated in 2022 (they try to reduce energy dependence on Russian fossil fuels and accelerate the energy transition). The main goals are to increase the use of renewable energy sources, reduce energy consumption and increase energy savings.Thus, the EPBD not only updates the previous existing provisions, but also extends its scope of action to promote energy rehabilitation, sustainable mobility and the use of renewable energy sources, with a focus on vulnerable households and those affected by energy poverty.Translated with DeepL.com (free version).

The most significant points of this new Directive are the following, according to the source of the Ministry of Ecological Transition and Demographic Challenge (Spain):

1) Minimum energy efficiency standards for non-residential buildings.non-residential buildings. By 2030, all non-residential buildings must be below the 16% threshold, and, by 2033 below the 26% threshold. The aim is to promote the renovation of the worst performing buildings in the national stock. **2)** In order to achieve **decarbonization** in the national building stock, it is not only essential to reduce energy consumption, but also to promote the use of renewable energy sources. All new public and non-residential buildings with a usable floor area of more than 250 m2, where economically and technically feasible, must implement solar energy installations by December 31, 2026.**3) Zero Emission Buildings (ZEB)** set the new standard for the new building stock.**4)** The Renovation Passport (BRP) is implemented.**5)**Optimization of technical installations in buildings.**6) Incorporates obligations related to infrastructure for sustainable mobility**. The purpose is to encourage the preparation for an electrified car fleet and promote active mobility.**7) Certification of Energy Efficiency in Buildings** shall be adapted to the new Community scale. This scale will use the letters "A" (zero emissions) to "G" (the least efficient buildings). In addition, two other classes can be defined: **"A0" class** (zero emissions, starting in 2026) and **'A+' class** (would apply to those buildings with an energy demand 20% below the limit set for zero-emission buildings and with on-site renewable generation exceeding their annual demand). **8) Building Energy Efficiency Information.**

ENERGÍA RENOVABLE PARA DIVERSAS SITUACIONES DE ACCESIVILIDAD, EN FUNCIÓN DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS.

RENEWABLE ENERGY TO DIFFERENT ACCESSIBILITY CONDITIONS, THROUGH THE WEATHER CONDITIONS.

Javier Cárcel Carrasco
Catedrático de Universidad. Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universitat Politècnica de València. España. Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fracarc1@csa.upv.es
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València. España. Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fracarc1@csa.upv.es

Fabiola Colmenero Fonseca
Investigadora en el Dpto. Arquitectura diseño y comunicación; Universidad La Salle México, fabiola.colmenero@lasalle.mx. Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universidad Politécnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. University Institute of Materials Technology fcolfon@upvnet.upv.es

Kevin Alexander Echeverry Bucurú
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València I España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: kaechbuc@doctor.upv.es

Juan Francisco Palomino Bernal
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail jfpalber@doctor.upv.es/ Research Prof. Tecnologico Nacional de México ITechnological Institute of Ciudad Guzmán. Department of Earth Sciences Architecture. Av. Tecnológico 100, Mpio. de Zapotlan el Grande, Jalisco, Mexico C.P. 49000 Mexico. e-mail: juan.pb@cdguzman.tecnm.mx.

Abstract

An alternative is proposed to solve the dependence on favourable weather conditions. In addition, it is important to highlight that this project seeks to meet the needs of different situations, placing special emphasis on less developed areas in order to provide them with a minimum of energy self-sufficiency. This alternative consists of a system which will study the conditions of the area, in order to create a control system that regulates the electrical supply of the different circuits that make up the general installation. As seen in Figure 1, the installation begins with the energy caption through a renewable hybrid system. This energy would be stored in batteries or consumed depending on the conditions of the environment (day / night, sun / rain ...). From here, the control system would start working, which, analysing the climatic conditions, would establish which circuits should be supplied within a facility and which shouldn't. And to analyse these climatic conditions, all possible data would be taken, such as the geolocation of the building, a history of climatic conditions of the place, manually entered data, or even the weather forecast if an Internet connection were available. In this way, a system is created where, in the event of an unfavourable climatic situation, the energy would be divided, supplying only the most important circuits, in order to keep them running for as long as possible.

Keywords: Renewable energy, Photovoltaics, Renewable hybrid systems, Buildings

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

ENERGÍA RENOVABLE PARA DIVERSAS SITUACIONES DE ACCESIVILIDAD, EN FUNCIÓN DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS.

RENEWABLE ENERGY TO DIFFERENT ACCESSIBILITY CONDITIONS, THROUGH THE WEATHER CONDITIONS.

Javier Cárcel-Carrasco[1,2] Fabiola Colmenero Fonseca[1,3] Kevin Echeverry [1,2] Juan Francisco Palomino [1,2]
Universitat Politècnica de València. Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España [1] . Inst. U. Tecnología Materiales [2]. Universidad Lasalle México [3]

INTRODUCCIÓN

Se propone una alternativa para solucionar la dependencia de unas condiciones climáticas favorables. Además, es importante destacar que este proyecto busca poder cubrir las necesidades de distintas situaciones, haciendo especial hincapié en los lugares menos desarrollados para poder dotarles de una mínima autosuficiencia energética.

Esta alternativa consiste en un sistema que estudiará las condiciones climáticas y meteorológicas de la zona para poder crear un sistema de control que regule el suministro eléctrico de los distintos circuitos que conformen la instalación general.

Como se puede ver en la figura 1, la instalación comienza con la captación de energía mediante un sistema híbrido renovable. Esta energía se almacena en unas baterías o se consume en función de las condiciones del entorno (día/noche, sol/lluvia…). A partir de aquí entraría en juego el sistema de control que establecería qué circuitos pueden tener suministro dentro de una instalación y cuales no. Y para analizar estas condiciones climáticas, se tomarían todos los datos posibles, tales como la geolocalización del edificio, un historial de condiciones climáticas del lugar, datos introducidos manualmente, o incluso la previsión meteorológica si se dispusiera de conexión a Internet.

De esta forma, se crea un sistema en el que en caso de darse una situación climática desfavorable se fraccionaría la energía, suministrando únicamente a los circuitos de mayor importancia, para poder mantenerlos en funcionamiento durante la mayor cantidad de tiempo posible.

INTRODUCTION

An alternative is proposed to solve the dependence on favourable weather conditions. In addition, it is important to highlight that this project seeks to meet the needs of different situations, placing special emphasis on less developed areas in order to provide them with a minimum of energy self-sufficiency.

This alternative consists of a system which will study the conditions of the area, in order to create a control system that regulates the electrical supply of the different circuits that make up the general installation.

As seen in Figure 1, the installation begins with the energy caption through a renewable hybrid system. This energy would be stored in batteries or consumed depending on the conditions of the environment (day / night, sun / rain ...). From here, the control system would start working, which, analysing the climatic conditions, would establish which circuits should be supplied within a facility and which shouldn't. And to analyse these climatic conditions, all possible data would be taken, such as the geolocation of the building, a history of climatic conditions of the place, manually entered data, or even the weather forecast if an Internet connection were available.

In this way, a system is created where, in the event of an unfavourable climatic situation, the energy would be divided, supplying only the most important circuits, in order to keep them running for as long as possible.

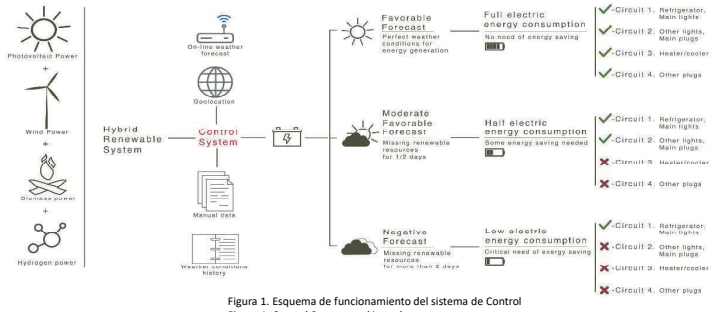


Figura 1. Esquema de funcionamiento del sistema de Control
Figure 1. Control System working scheme

Posibles Escenarios

Este proyecto está planteado para poder implementarse en diferentes situaciones. La idea es adquirir versatilidad para poder desenvolverse en todas ellas, pues no todos los casos tendrán las mismas exigencias ni los mismos criterios de implantación:

- **Escenario 1. Edificios con sistemas de energía renovables en situaciones desarrolladas (Figura 3.1):**

Este escenario plantea una situación favorable, pues se trataría de un edificio destinado a colectivos con un alto nivel adquisitivo. Estaría dotada de una gran cantidad de recursos energéticos. Se generaría una potencia de hasta 15 Kw/h.

- **Escenario 2. Edificios aislados sin opción a acceder a la red general eléctrica (Figura 3.2):**

Se trata del caso en el que el edificio se encuentre en un entorno rural, sin acceso a ningún núcleo urbano dotado de red eléctrica.

Para este escenario, los recursos energéticos serán los suficientes para poder abastecer al edificio de una potencia eléctrica suficiente para el correcto funcionamiento en el día a día dentro de un entorno rural. Se generaría una potencia de hasta 5 Kw/h.

- **Escenario 3. Edificios en entornos subdesarrollados (Figura 3.3):**

Se trata de los casos en los que no hay ningún sistema para abastecer de energía al complejo. EL objetivo en este caso consiste en dotar de un mínimo de energía a los habitantes de la zona. Se generará una potencia de hasta 1 Kw/h.

Possible Scenarios

This Project is planned to be implemented in different situations. The point is to acquire some versatility to have the chance to develop itself in all of those, so not all the cases will have the same requirements nor the same implantation criteria.

- **Scenario 1. Buildings with renewable energy systems in developed situations (figure 3.1):**

This scenario poses a favourable situation. It would be a building for groups with a high purchasing level. It would be provided with a large amount of energy resources. A power of up to 15 Kw / h would be generated.

- **Scenario 2. Isolated buildings with no option to access the general electricity grid (figure 3.2):**

This is the case in which the building is placed in a rural environment, with no access to any urban nucleus with an electrical network.

For this scenario, the energy resources will be enough to be able to supply the building with sufficient electrical power for the correct operation in the day-to-day environment within a rural environment. A power of up to 5 Kw / h would be generated.

- **Scenario 3. Buildings in underdeveloped environments (figure 3.3):**

These are the cases in which there is no system to supply any energy to the complex. In this case, the objective is to provide of a minimum of energy to the inhabitants of the area. A power of up to 1 Kw / h will be generated.

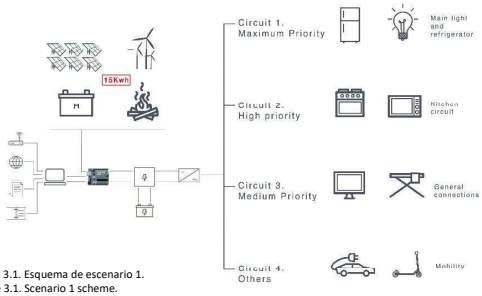


Figura 3.1. Esquema de escenario 1.
Figure 3.1. Scenario 1 scheme.

CONCLUSIONES

Este proyecto surge de la importancia de dar suministro eléctrico a los lugares con más dificultades, tanto geográficas como de desarrollo. Se aplica aprovechando la energía eléctrica de la forma más eficiente posible. De este modo se ayuda a combatir varios debates sobre el uso de energías renovables en el ámbito energético, pues además de procurar un sistema simple, y limpio, es capaz de aportar recursos a todos los ámbitos.

Sistema Eléctrico

El circuito eléctrico que se generará en este caso está planteado para poder funcionar aislado de la red general y poder abastecerse de forma completamente autónoma, y por ello es importante la implementación del sistema de control, que procure la autosuficiencia durante un mayor periodo de tiempo.

Como se puede ver en la Figura 2, dentro de este circuito es crucial la función del Arduino, ya que éste acogerá toda la información recibida por parte de un ordenador con todos los datos climáticos, y la utilizará para gestionar los circuitos a los que se deba suministrar energía. Además, el Arduino será el responsable de evaluar el estado de los suministros de energía, y optimizar su rendimiento en función de factores como la radiación solar, la velocidad del viento, el consumo a tiempo real del edificio, etcétera.

Es importante destacar que el Arduino también tendrá la función de controlar el correcto funcionamiento de la integridad del sistema eléctrico, y deberá tener la capacidad de informar de los posibles fallos que el sistema pueda adquirir, para su ajuste y reparación en caso de que fuese necesario.

Entonces, la energía obtenida mediante los distintos tipos de captadores deriva a un Regulador, el cual establecerá (bajo control del Arduino) que la energía se consuma directamente o que se almacene. En caso de almacenamiento, la acumulación se podrá hacer mediante baterías, hidrogenizadores y/o Biogas. Una vez pasado el regulador, la corriente deriva a un inversor que la transforma de corriente alterna a corriente continua, para el posterior consumo eléctrico.

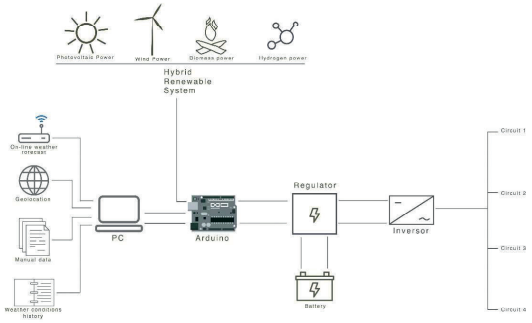


Figura 2. Esquema de funcionamiento del sistema Eléctrico
Figure 2. Electric System working scheme

Electric System

The electric circuit that will be generated in this case is designed to be able to operate isolated from the general network, and to be able to supply itself completely autonomously, therefore it is important to implement a control system, which seeks self-sufficiency for a longer period of time.

As visible in the Figure 2, within this circuit the function of the Arduino is crucial, since it will receive all the information given by a computer with all the climatic data, and will use it to manage the circuits to which energy must be supplied. In addition, the Arduino will be responsible for assessing the state of energy supplies, and optimizing their performance based on factors such as solar radiation, wind speed, real-time building consumption, and so on.

It is important to note that the Arduino will also have the function of controlling the correct functioning of the integrity of the electrical system, and should have the ability to report the possible failures that the system can acquire, for its adjustment and repair if necessary .

Then, the energy obtained through the different types of captors derives to a Regulator, which will establish (under Arduino control) that the energy is consumed directly or is stored. In case of storage, the accumulation can be done by batteries, hydrogenators and / or Biogas. Once the regulator has been passed, the electric current derives to an inverter that transforms it from alternating current to direct current, for the subsequent electrical consumption.

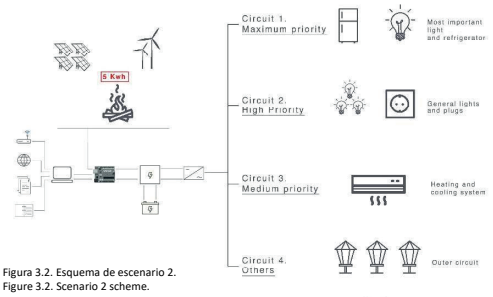


Figura 3.2. Esquema de escenario 2.
Figure 3.2. Scenario 2 scheme.

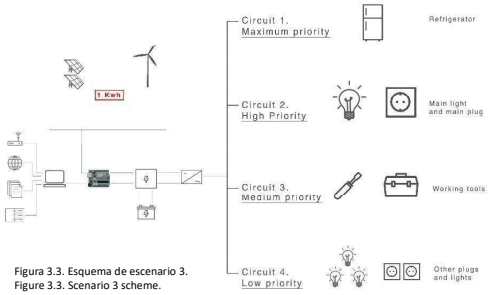


Figura 3.3. Esquema de escenario 3.
Figure 3.3. Scenario 3 scheme.

CONCLUSIONS

This project arises from the importance of providing electricity to the places with most difficulties, both geographical and development. It is applied taking advantage of the electric energy in the most efficient way possible. In this way, it helps to fight several debates about the use of renewable systems in the energy field, because in addition to providing a simple, clean system, it is able to provide resources to all areas.

MONITORIZACIÓN TÉRMICA E INCIDENCIA DE LAS OLAS DE CALOR SOBRE LAS MEDIDAS DE DESCARBONIZACIÓN Y LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA TEMPORALES EN EL BARRIO DE EL GRAO, CASTELLÓN. PROYECTO DIVAIRCITY

THERMAL MONITORING AND HEATWAVE INCIDENCE OF TEMPORAL DECARBONIZATION MEASURES AND NATURE BASED SOLUTIONS IN EL GRAO NEIGHBORHOOD, CASTELLON. DIVAIRCITY PROJECT

Amparo León-Vinet
Máster en Ingeniería en Tecnologías Industriales por la Universitat Politècnica de València. Instituto de Ingeniería Energética de la UPV. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Email: amleovi@etsii.upv.es

Elisa Peñalvo-López
PhD. por la Universitat Politècnica de València. Instituto de Ingeniería Energética de la UPV. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Email: elpealpe@upvnet.upv.es

Vicente León-Martínez
PhD. por la Universitat Politècnica de València. Instituto de Ingeniería Energética de la UPV. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Email: vleon@die.upv.es

Iván Valencia-Salazar
PhD. por la Universitat Politècnica de València. Instituto de Ingeniería Energética de la UPV. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Email: ivalencias@die.upv.es

Abstract

One of the best-known effects of climate change is the global increase in temperatures around the globe, which affects mainly children and the elderly due to their higher sensitivity to temperature changes. This paper observes the difference in thermal related indicators before and after the temporary intervention in the city of Castellón de la Plana, a pilot city of the H2020 DivAirCity project. The temporary intervention includes Nature-Based Solutions (NBS), as well as decarbonization measures, that range from potters to the elimination of parking spots to deter traffic in the area.

This study shows that although the changes in thermal data are minor due to the few changes made during the temporary intervention, it is expected major changes after the implementation of the permanent interventions. A wider period of time is necessary to fully comprehend the effects of the intervention.

Keywords

Thermal analysis, Heatwave, Energy Efficiency, Carbon Neutral Cities, Climate change, Air Quality, Social Diversity, NBS, European Union (EU), EU Project, H2020, Horizon 2020

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

MONITORIZACIÓN TÉRMICA E INCIDENCIA DE LAS OLAS DE CALOR SOBRE LAS MEDIDAS DE DESCARBONIZACIÓN Y LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA TEMPORALES EN EL BARRIO DE EL GRAO, CASTELLÓN. PROYECTO DIVAIRCITY

THERMAL MONITORING AND HEATWAVE INCIDENCE OF TEMPORAL DECARBONIZATION MEASURES AND NATURE BASED SOLUTIONS IN EL GRAO NEIGHBORHOOD, CASTELLON. DIVAIRCITY PROJECT

Amparo León Vinet[1]
IIE / Electrical Department /
Universitat Politècnica de València[1]

Elisa Peñalvo López[2]
IIE / Electrical Department /
Universitat Politècnica de València[2]

Vicente León Martínez[3]
IIE / Electrical Department /
Universitat Politècnica de València[3]

Iván Valencia Salazar[4]
IIE / Electrical Department /
Universitat Politècnica de València[4]

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es la alteración del clima y las temperaturas de la Tierra que afecta a los ecosistemas y origina cambios que directa o indirectamente son producidos por la actividad humana. Las medidas que pueden tomarse van desde la creación de sombraje mediante zonas verdes hasta la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero mediante la descarbonización de los barrios.

Los efectos de las altas temperaturas sobre la salud son múltiples y pueden oscilar desde ligeras molestias hasta comprometer la vida. Las altas temperaturas afectan más a los niños y los ancianos. El proyecto H2020 DivAirCity tiene en cuenta estas diferencias y facilita la implementación de NBS y medidas de descarbonización con el fin de lograr resultados a largo plazo que den lugar a comunidades urbanas más ecológicas, sostenibles, inclusivas y saludables.

Los datos termográficos presentes en este artículo son los de una de las cinco ciudades piloto del proyecto H2020 DivAirCity, Castellón de la Plana, tras la implementación de la intervención temporal en mayo 2024.

OBJETIVO

El objetivo de este artículo es realizar una evaluación térmica para demostrar el potencial de las NBS para mejorar los parámetros térmicos, incluso en intervenciones de carácter temporal.

OBJETIVO

The aim of this paper is to carry out a thermal assessment to demonstrate the potential of NBS to improve the thermal parameter, even with temporary interventions.

METODOLOGÍA / METHODOLOGY

Incidencia de las olas de calor

Una ola de calor es un periodo de días consecutivos con temperaturas cálidas en el que tanto la duración del periodo como la temperatura máxima son importantes.

- Si la temperatura máxima diaria del periodo es superior al percentil 90.
- Si la temperatura mínima diaria del periodo es superior al percentil 90.
- Si la temperatura media diaria (DMT) del periodo es superior al percentil 95.
- Si Factor de Exceso de Calor (EHF) positivo. John R. Nairn and Robert J. B. Fawcett (2015).

Índice universal de clima térmico (UTCI)

Proporciona un valor unidimensional que refleja la reacción fisiológica humana al entorno térmico exterior multidimensional (Bröde et al., 2012). La «Climate CHIP analysis tools heat stress calculator» estima el UTCI por hora, empleando una aproximación de la temperatura del globo.

Tabla 1. Escala UTCI y grado de confort (fuente: Blazejczyk et al. 2014)
Table 1. UTCI scale and the degree of comfort (source: Blazejczyk et al. 2014)

UTCI (°C)	UTCI > 46	38 < UTCI < 46	32 < UTCI < 38	26 < UTCI < 32	9 < UTCI < 26	0 < UTCI < 9	-13 < UTCI < 0	-27 < UTCI < -13	-40 < UTCI < -27	UTCI < -40
Stress category	Extreme heat stress	Very strong heat stress	Strong heat stress	Strong heat stress	No thermal stress	Slight cold stress	Moderate cold stress	Strong cold stress	Very strong cold stress	Extreme cold stress

Efecto isla de calor urbana (UHI)

El efecto isla de calor urbana (UHI) se refiere a una zona urbana que es significativamente más cálida que las zonas rurales o no desarrolladas que la rodean.

Otros datos de interés

Otros datos a tener en cuenta para la monitorización térmica son: el valor medio mensual de la temperatura máxima y mínima diaria, y la temperatura diurna máxima.

Índice universal de clima térmico (UTCI)

En los días más calurosos, el estrés térmico moderado puede prolongarse hasta las 21 horas.

El verano del año 2024 muestra un rango más amplio del valor UTCI durante el mismo día, haciendo que los cambios noche-día sean más extremos.

De las horas medidas, en 2023 un 12.66% de las horas se encuentran en el rango de estrés térmico moderado, mientras que en 2024 este valor aumenta hasta el 13.91%.

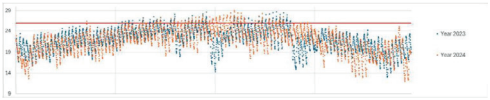


Imagen 4. Comparación horaria del UTCI de junio, julio, agosto y septiembre en 2023 y 2024 en el barrio de El Grao (Castellón)
Image 4. UTCI hourly comparison of June, July, August and September in 2023 and 2024 in El Grao neighborhood (Castellon)

Efecto isla de calor urbana (UHI)

Aunque la temperatura del área de intervención es más estable debido a la influencia del mar, la temperatura en el área rural es más baja.

Universal Thermal Climate Index (UTCI)

In hotter days, moderate heat stress it can last until 9 p.m.

Year 2024 summer shows a wider range of UTCI value during the same day, making the daily heat stress changes more extreme.

Out of the hours measured, in 2023 12.66% of those hours are in the moderate heat stress threshold, while for 2024 this value increases to 13.91%.

Urban Heat Island (UHI)

Although the intervention area temperature is more stable due to the sea influence, the temperature of the rural area is lower.

CONCLUSIONES

- Se pueden observar efectos ligeramente positivos tanto en la bajada de las temperaturas medias máximas como en el número de olas de calor. Sin embargo, éstos pueden haber sido debidos por elementos externos ajenos al proyecto.
- La falta de sensores del mismo tipo extendidos por la ciudad, pueblos y áreas cercanas puede afectar a los datos reduciendo su precisión.
- Es necesario un mayor rango de tiempo para que se puedan reflejar los cambios provocados por las intervenciones.
- Se espera que las medidas a realizar en la intervención permanente tengan un mayor efecto sobre la situación térmica del barrio.

INTRODUCTION

Climate change is the alteration of Earth's climate and temperatures affecting ecosystems and resulting in changes that are directly or indirectly caused by human activity. Measures that can be taken range from creating shade through green spaces to reducing greenhouse gas emissions by decarbonizing neighborhoods.

The health effects of high temperatures are multiple and can range from mildly uncomfortable to life-threatening. High temperatures have a greater impact on children and the elderly. The H2020 DivAirCity project takes these differences into account and facilitates the implementation of NBS and decarbonization measures in order to achieve long-term results that lead to greener, more sustainable, inclusive and healthier urban communities.

The thermographic data presented in this paper is from one of the five pilot cities of the H2020 DivAirCity project, Castellón de la Plana after the implementation of the temporary intervention, which took place in May 2024.



Imagen 1. Intervención temporal en una de las zonas de intervención Castellón
Image 1. Temporary intervention in one of Castellon's intervention areas



Imagen 2. Borrador de la intervención permanente de una de las zonas de intervención de Castellón
Image 2. Draft of the permanent intervention of one of Castellon's intervention areas

Heatwave incidence

A heatwave is a period of consecutive days with hot temperatures where both period length and peak temperature are important.

- If the daily maximum temperature of the period is greater than the 90th percentile.
- If the daily minimum temperature of the period is greater than the 90th percentile.
- Daily Medium Temperature (DMT) of the period is greater than the 95th percentile.
- If the Excess Heat Factor (EHF) is positive. John R. Nairn and Robert J. B. Fawcett (2015).

Universal Thermal Climate Index (UTCI)

Provides a one-dimensional value that reflects the human physiological reaction to the multi-dimensional outdoor thermal environment (Bröde et al., 2012). "Climate CHIP analysis tools heat stress calculator" estimates the UTCI per hour, with a globe temperature approximation.

Urban Heat Island (UHI)

The Urban Heat Island (UHI) effect denotes an urban area that is significantly warmer than its rural or undeveloped surrounding areas.

Other data of significance

Other data of significance are the monthly mean value of daily maximum and minimum temperature, and the maximum daytime temperature.

RESULTADOS / RESULTS

Incidencia de las olas de calor / Heatwave incidence

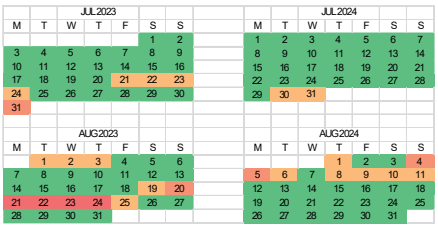


Imagen 3. Calendario de ola de calor de Castellón 2023 y 2024. Cuanto más rojo, mayor número de índices indican ola de calor. Verde indica ausencia de ola de calor.
Image 3. Castellon calendar heatwave data years 2023 and 2024. The redder the day is, the more indices indicate a heatwave. Green means no heatwave.

Otros datos de interés

Las temperaturas han más bajas tras la realización de la intervención temporal, a excepción de las noches de agosto.

Other data of significance

Temperatures have been lower after the temporary intervention implementation, except August nights.

Tabla 2. Valor medio de la temperatura máxima y mínima diaria de Castellón (ºC).
Table 2. Castellon's monthly mean value of daily max and min temperature (ºC).

Temp.	June 2023 (ºC)	July 2023 (ºC)	August 2023 (ºC)	Sept. 2023 (ºC)	June 2024 (ºC)	July 2024 (ºC)	August 2024 (ºC)	Sept. 2024 (ºC)
Maximum	28.08	30.23	31.19	27.71	26.59	29.96	31.12	26.92
Minimum	20.81	23.94	23.44	20.51	19.62	22.92	23.98	19.66

CONCLUSIONS

- Slightly positive effects can be observed both in the lowering of average maximum temperatures and in the number of heatwaves. However, these may have been due to external elements outside the project.
- The lack of sensors of the same type spread throughout the city, towns, and surrounding rural areas may affect the data by reducing its accuracy.
- A longer time range is needed to reflect the changes caused by the intervention.
- It is expected that the measures to be carried out in the permanent intervention will have a greater impact on the thermal condition of the neighborhood.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado dentro del marco del proyecto de investigación "The power of diversity and social inclusión as a mean for reducing air pollution and achieving green urban nexus in climate neutral cities' — 'DivAirCity" (Referencia: 101003799) del Programa Marco H2020 de la Unión Europea.

ACKNOWLEDGMENT

This work has been carried out within the framework of the research project "The power of diversity and social inclusion as a mean for reducing air pollution and achieving green urban nexus in climate neutral cities' - 'DivAirCity" (Contract Ref: 101003799) of the European Union's H2020 Framework Program.

ANALISIS DEL IMPACTO ENERGÉTICO DE UN TECHO VERDE EN UN EDIFICIO DE AULAS DEL INSTITUTO TECNOLOGICO DE BOCA DEL RIO

GREEN ROOF ENERGY IMPACT ANALYSIS ON A CLASSROOM BUILDING AT THE TECHNOLOGICAL INSTITUTE OF BOCA DEL RIO

José-Juan Huesca-López
Doctorante del programa de Doctorado en Ciencias Ambientales en el Dpto. de Estudios de Posgrado e Investigación; Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Boca del Río; Carretera Veracruz-Córdoba Km.12 C.P.94290. Boca del Río, Ver., México. Maestro en Eficiencia Energética y Energías Renovables por el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Veracruz. E-mail: d24990009@bdelrio.tecnm.mx
Doctoral candidate in the Environmental Sciences program at the Department of Graduate Studies and Research; National Technological Institute of Mexico, Technological Institute of Boca del Rio; Veracruz-Córdoba Highway Km.12, C.P.94290. Boca del Rio, Veracruz, Mexico. Master in Energy Efficiency and Renewable Energies from the National Technological Institute of Mexico, Technological Institute of Veracruz. E-mail: d24990009@bdelrio.tecnm.mx

Iván Valencia-Salazar
PhD. por la Universitat Politècnica de València. Instituto de Ingeniería Energética de la UPV. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Email: ivalencias@die.upv.es

Elisa Peñalvo-López
PhD. por la Universitat Politècnica de València. Instituto de Ingeniería Energética de la UPV. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Email: elpealpe@upvnet.upv.es

Juan-David Garay-Marín
PhD. por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Laboratorio de Calidad del Aire y Energía del TecNM-Instituto Tecnológico de Boca del Río, Carretera Veracruz-Córdoba Km.12 C.P.94290. Veracruz, México. Email: juangaray@bdelrio.tecnm.mx,ORCID ID: 0000-0002-2823-6985, Teléfono: 229 6905010

Fabiola Lango-Reynoso
PhD en Oceanologia biologíca por la Universite de Bretagne Occidentale, Brest, Francia. Profesor del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Boca del Río, Carretera Veracruz-Córdoba Km.12 C.P.94290. Veracruz, México. Email: fabiolalango@bdelrio.tecnm.mx,ORCID ID: 0000-0001-8359-434X, Teléfono: 229 6905010

Abstract

The undeniable climate change has created the need to seek options to mitigate it. To reverse the effects of overheating, we must reduce the global temperature by 1.5°C below pre-industrial levels. One of the options to achieve this is to reduce CO_2 emissions. In most countries, electricity generation significantly contributes to CO_2 emissions; therefore, reducing its consumption helps achieve the goal.

The National Technological Institute of Mexico has an energy policy that seeks to make efficient use of electricity and is also interested in using nature-based solutions (NBS). The installation of green roofs in its classrooms will adequately address both interests.

The purpose of this work is to quantify the potential energy savings derived from the installation of a green roof in a building of the National Technological Institute of Mexico, Boca del Rio Institute of Technology, Veracruz, Mexico, through a simulation in the TRNSYS software.

The simulation demonstrated a temperature reduction inside the classrooms of around 15°C, as well as a decrease in energy consumption, representing an annual saving of 14.915,94 kWh, costing EUR 1.065,42. Additionally, an annual reduction of 6,53 tCO_2 in terms of electricity generation was quantified.

Keywords
Green roof energy analysis, Passive cooling, Reducing cooling power consumption, Building energy efficiency, Nature based solutions (NBS), TRNSYS, DivAirCity.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

ANALISIS DEL IMPACTO ENERGÉTICO DE UN TECHO VERDE EN UN EDIFICIO DE AULAS DEL INSTITUTO TECNOLOGICO DE BOCA DEL RIO

GREEN ROOF ENERGY IMPACT ANALYSIS ON A CLASSROOM BUILDING AT THE TECHNOLOGICAL INSTITUTE OF BOCA DEL RIO

José-Juan Huesca-Lopez[1] Iván Valencia-Salazar[2] Elisa Peñalvo-López[2] Juan-David Garay-Marin[1] Fabiola Lango-Reynoso[1]
Iinstitute Tecnológico de Boca del Río / Tecnológico Nacional de México[1] Instituto de Ingeniería Energética / Universitat Politècnica de València[2]

INTRODUCCIÓN

El innegable cambio climático que afecta a toda la humanidad ha creado la necesidad de buscar opciones para mitigarlo. Para el 2030 debemos disminuir la temperatura global en 1.5°C por debajo del nivel preindustrial para revertir sus efectos. El proyecto DivAirCity plantea la solución de este problema mediante el reconocimiento y aceptación de las diferencias entre los diferentes grupos humanos en las ciudades y los convierte en los actores principales para combatir la contaminación del aire y el cambio climático mediante la implementación de Soluciones Basadas en la Naturaleza (NBS). En la mayoría de los países, más de la mitad de las emisiones de CO2 provienen de la generación de energía eléctrica, por lo que hacer un uso eficiente de esta implica una reducción en el consumo de energía eléctrica y por lo tanto una reducción en la generación de CO2. Normalmente, los equipos de aire acondicionado representan más del 50% del consumo de energía eléctrica del edificio o vivienda. La instalación de techos verdes en edificios y viviendas es una solución basada en la naturaleza que a dado buenos resultados para disminuir el consumo de energía eléctrica de equipos de aire acondicionado, además, tiene otros beneficios ambientales como el control de escorrentías, disminución del efecto de isla de calor, mejora del microclima y mejora del paisaje entre otros. El Tecnológico Nacional de México tiene una política energética en la que busca hacer uso eficiente de la energía eléctrica, además está interesado en utilizar soluciones basadas en la naturaleza, la instalación de techos verdes en sus aulas atenderá adecuadamente ambos intereses.

INTRODUCTION

The undeniable climate change affecting all of humanity has created the need to seek options to mitigate it. By 2030, we must reduce the global temperature by 1.5°C below pre-industrial levels to reverse its effects. The DivAirCity project proposes the solution to this problem through the recognition and acceptance of differences among different human groups in cities, making them the main actors in combating air pollution and climate change through the implementation of Nature-Based Solutions (NBS).In most countries, more than half of CO2 emissions come from electricity generation, so making efficient use of it implies a reduction in electricity consumption and therefore a reduction in CO2 generation. Normally, air conditioning equipment represents more than 50% of the electricity consumption of a building or home. The installation of green roofs in buildings and homes is a nature-based solution that has yielded good results in reducing the electricity consumption of air conditioning equipment. Additionally, it has other environmental benefits such as runoff control, reduction of the heat island effect, improvement of the microclimate, and enhancement of the landscape, among others.The National Technological Institute of Mexico has an energy policy that seeks to make efficient use of electricity and is also interested in using nature-based solutions. The installation of green roofs in its classrooms will adequately address both interests.

Objetivo

La finalidad del presente trabajo es cuantificar los ahorros energéticos potenciales derivados de la instalación de un techo verde en un edificio del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Boca del Río, Veracruz, México, mediante una simulación en el software TRNSYS para realizar una propuesta de ahorro energético escalable a los más de 200 planteles que conforman el Tecnológico Nacional de México.

Objective

The goal of this work is to quantify the potential energy savings derived from the installation of a green roof in a building of the National Technological Institute of Mexico, Boca del Rio Institute of Technology, Veracruz, Mexico, through a simulation in the TRNSYS software to make an energy-saving proposal scalable to the more than 200 campuses that make up the National Technological Institute of Mexico



Imagen 1. Área de estudio, Edificio L
Image 1. Study area, Building L

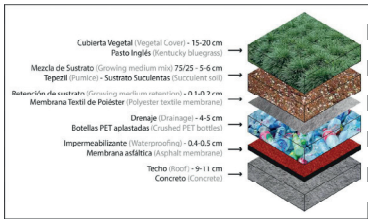


Imagen 2. Diseño propuesto del techo verde
Image 2. Proposed design of the green roof

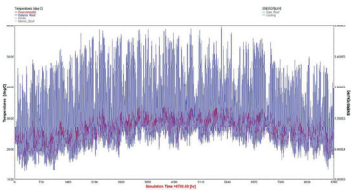


Imagen 3. Temperaturas exterior y techo, sin techo verde
Image 3. Exterior and Roof Temperatures, without Green Roof

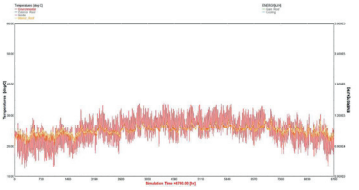


Imagen 4. Temperaturas exterior y techo, con techo verde
Image 4. Exterior and Roof Temperatures, with Green Roof

Diseño experimental

Se utilizará el software comercial TRNSYS para correr una simulación del techo verde propuesto. La simulación se ejecutará por un periodo de 8760 horas (1 año) considerando 2 escenarios, el edificio con y sin techo verde, esto permitirá evaluar el comportamiento energético en ambos casos y determinar el ahorro derivado de la instalación del techo verde. El área de estudio se localiza al interior del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Boca del Rio, se trata de un edificio de aulas de una planta techo es plano y de concreto con un grosor entre 9 y 11 cm y una superficie de 560m2, Imagen 1. El diseño del techo verde se describe en la imagen 2.

Experimental set-up

The commercial software TRNSYS will be used to run a simulation of the proposed green roof. The simulation will be executed over a period of 8760 hours (1 year) considering two scenarios: the building with and without a green roof. This will allow the evaluation of energy performance in both cases and determine the savings derived from the installation of the green roof. The study area is located within the National Technological Institute of Mexico, Boca del Rio Institute of Technology. It is a single-story classroom building with a flat concrete roof, 9 to 11 cm thick, and an area of 560m² (Image 1). The design of the green roof is described in Image 2.

Resultados

Los resultados de lasimulación con TRNSYS se muestran en las imágenes 3 a 8. El consumo anual de energía para la simulación sin techo verde es de 47.480,61 kWh (142.441,83 kWh térmicos), lo que representa un costo de EUR 3.391,47 y un total de emisiones de 20,80 tCO2 por concepto de generación de energía eléctrica. Para el caso de la simulación con techo verde, el consumo anual de energía es de 32.564,67 kWh (97.694,00 kWh térmicos), con un costo de EUR 2.326,04 y 14,26 tCO2 de emisiones. De lo anterior se obtiene que la instalación del techo verde significa un ahorro de 14.915 kWh (44.747,83 kWh térmicos), EUR 1.065,42 y 6,53 tCO2 en emisiones. De manera general, se observa disminución en la temperatura y la energía en la simulación con techo verde, lo que implica una disminución en el consumo de energía por parte de los equipos de aire acondicionado. La temperatura exterior fluctua hasta 40°C sin techo verde contra 10°C con techo verde, esto implica una disminución las fluctuaciones de aproximadamente 30°C. La temperatura interna del techo no supera los 30°C con techo verde contra 45°C sin techo verde, además la temperatura interior tiene menos fluctuaciones, alrededor de 5°C

Results

The results of the TRNSYS simulation are shown in images 3 to 8. The annual energy consumption for the simulation without a green roof is 47,480.61 kWh (142,441.83 thermal kWh), which represents a cost of EUR 3,391.47 and a total of 20.80 tCO2 emissions due to electricity generation. For the simulation with a green roof, the annual energy consumption is 32,564.67 kWh (97,694.00 thermal kWh), with a cost of EUR 2,326.04 and 14.26 tCO2 emissions. From this, it is concluded that the installation of the green roof results in savings of 14,915 kWh (44,747.83 thermal kWh), EUR 1,065.42, and 6.53 tCO2 in emissions. In general, a decrease in temperature and energy is observed in the simulation with a green roof, which implies a reduction in energy consumption by air conditioning equipment. The external temperature fluctuates up to 40°C without a green roof compared to 10°C with a green roof, implying a reduction in fluctuations of approximately 30°C. The internal roof temperature does not exceed 30°C with a green roof compared to 45°C without a green roof. Additionally, the interior temperature has fewer fluctuations, around 5°C.



Imagen 5. Temperaturas interior y techo, sin techo verde
Image 5. Interior and Roof Temperatures, without Green Roof

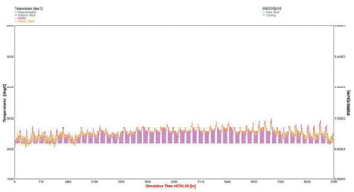


Imagen 6. Temperaturas interior y techo, con techo verde
Image 6. Interior and Roof Temperatures, with Green Roof

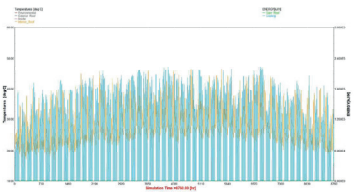


Imagen 7. Ganancia del techo y enfriamiento, sin techo verde
Image 7. Roof Gain and Cooling, without Green Roof

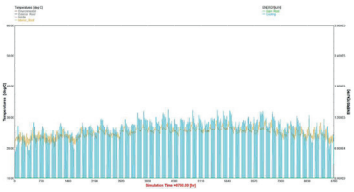


Imagen 8. Ganancia del techo y enfriamiento, con techo verde
Image 8. Roof Gain and Cooling, with Green Roof

Conclusiones

- La simulación demuestra que con la instalación de un techo verde en el edificio L del Instituto Tecnológico de Boca del Río, se lograría una disminución de la temperatura al interior de las aulas de alrededor de 15°C
- Las gráficas de energía muestran igualmente una disminución en los consumos energéticos con fines de enfriamiento, lo cual se refleja en una disminución en el consumo de energía eléctrica por parte de los equipos de aire acondicionado, la cual representa un ahorro anual de 14.915,94 kWh cuyo costo es de EUR 1.065,42.
- La disminución en el consumo de energía eléctrica para este caso de estudio representa una disminución anual de 6,53 tCO2 por concepto de generación de energía eléctrica.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado dentro del marco del proyecto de investigación "The power of diversity and social inclusión as a mean for reducing air pollution and achieving green urban nexus in climate neutral cities" — 'DivAirCity" (Referencia: 101003799) del Programa Marco H2020 de la Unión Europea.

Acknowledgment

This work has been carried out within the framework of the research project "The power of diversity and social inclusion as a mean for reducing air pollution and achieving green urban nexus in climate neutral cities" — "DivAirCity" (Contract Ref: 101003799) of the European Union's H2020 Framework Program.

Conclusions

- The simulation demonstrates that with the installation of a green roof in Building L of the Technological Institute of Boca del Rio, a temperature reduction of around 15°C inside the classrooms would be achieved.
- The energy graphs also show a decrease in energy consumption for cooling purposes, which is reflected in a reduction in the electrical energy consumption by air conditioning equipment, representing an annual saving of 14.915,94 kWh, costing EUR 1.065,42.
- The reduction in electrical energy consumption for this case study represents an annual decrease of 6,53 tCO2 in terms of electricity generation.

RESCATANDO LA EQUIDAD: UN ENFOQUE INTEGRAL PARA EVALUAR LA SOSTENIBILIDAD SOCIAL EN ENTORNOS URBANOS

RESCUING EQUITY: A COMPREHENSIVE APPROACH TO ASSESSING SOCIAL SUSTAINABILITY IN URBAN ENVIRONMENTS

María Oliver-Sanz
Arquitecta; Doctoranda en el Programa de Doctorado en Arquitectura, Edificación, Patrimonio y Ciudad; Universitat Politècnica de València; España.
E-mail: maolsan@upv.edu.es

Alicia Llorca-Ponce
Licenciada en Ciencias Económicas y Empresariales y Doctora en Gestión de Empresas por la UPV. Profesora Titular de Universidad. Pertenece al Dpto. de Organización de Empresas y es investigadora del Instituto de Restauración del Patrimonio de la Universitat Politècnica de València. Imparte su docencia en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura.
E-mail: alllopon@omp.upv.es

Abstract

Social sustainability is crucial for designing public policies aligned with the Sustainable Development Goals (SDGs), especially in the context of the Next Generation Funds following the Covid-19 pandemic. However, the social dimension remains under-assessed compared to the environmental pillars. This study proposes a balanced system of social sustainability indicators focusing on existing urban areas and new developments, prioritising social equity. The methodology includes a comprehensive review of academic literature and international certification systems, identifying 228 indicators classified into three main categories: urban design (45%), neighbourhood cohesion (40%) and social equity (15%). It is observed that certifiers prioritise urban design, while the literature highlights neighbourhood cohesion, leaving social equity as a less developed component. The proposed system combines qualitative and quantitative methodologies, addressing physical and non-physical factors. Its flexible design and its link with the SDGs make it a valuable tool for strengthening public housing policies, integrating social sustainability as a central axis and contributing to the fulfilment of sustainable goals in projects co-financed by the European Union.

Keywords

Social Sustainability; Urban Sustainability; Social Equity; SDGs; Social Sustainability; Sustainability Measurement

adjective

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

RESCATANDO LA EQUIDAD: UN ENFOQUE INTEGRAL PARA EVALUAR LA SOSTENIBILIDAD SOCIAL EN ENTORNOS URBANOS

RESCUING EQUITY: A COMPREHENSIVE APPROACH TO ASSESSING SOCIAL SUSTAINABILITY IN URBAN ENVIRONMENTS

María Oliver-Sanz [1,2]
Universitat Politècnica de València[1]

Alicia Llorca-Ponce [1,2,3]
Escuela Técnica Superior de Arquitectura[2]

Departamento de Organización de Empresas [3]

INTRODUCCIÓN

La evaluación de la sostenibilidad social es clave para diseñar políticas públicas alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), requisito para acceder a los Fondos Next Generation tras la pandemia de Covid-19. Aunque los pilares ambientales de la sostenibilidad están desarrollados, la dimensión social sigue siendo insuficientemente evaluada. Este estudio propone avanzar en la evaluación de la sostenibilidad social de la política de vivienda en España mediante la definición de indicadores basados en literatura académica y criterios de certificación.

INTRODUCTION

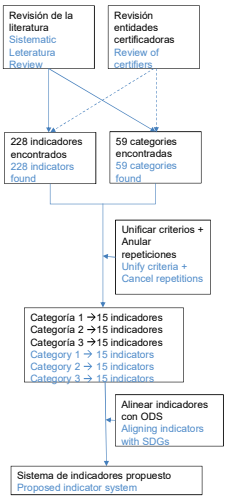
The evaluation of social sustainability is key to designing public policies aligned with the Sustainable Development Goals (SDGs), a requirement to access the Next Generation Funds after the Covid-19. Although the environmental pillars of sustainability are developed, the social dimension is still insufficiently evaluated. This study proposes to advance in the evaluation of the social sustainability of housing policy in Spain through the definition of indicators based on academic literature and certification criteria.

OBJETIVO

Proponer un sistema equilibrado de indicadores de la sostenibilidad social tanto áreas urbanas existentes como nuevos desarrollos, asegurando que la equidad social sea un objetivo prioritario en las políticas públicas.

OBJETIVE

Propose a balanced system of indicators to analyze the social sustainability of both existing urban areas and new developments, ensuring that social equity is a priority objective in public urban planning policies.



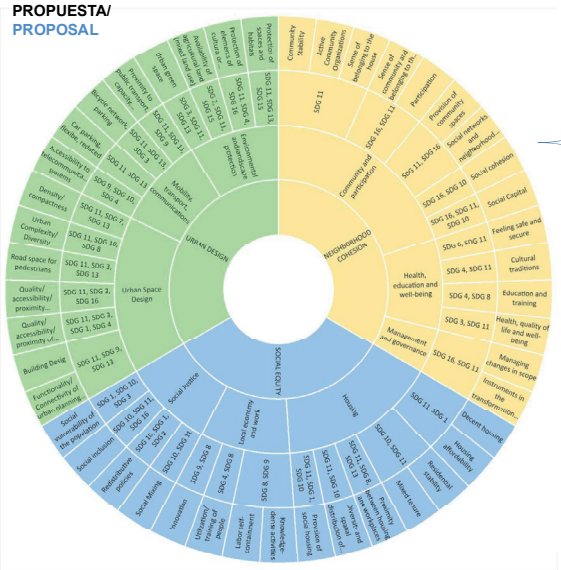
METODOLOGÍA

Para el propósito del trabajo se parte de la revisión de las publicaciones procedentes de la literatura académica y de entidades certificadoras. Sobre la literatura se realiza una búsqueda a partir de los términos "sostenibilidad", "desarrollo sostenible", "sostenibilidad social", "sostenibilidad social urbana" para analizar los diferentes enfoques de su conceptualización e identificar las herramientas utilizadas para la evaluación de la vertiente social de la sostenibilidad en los entornos urbanos. El trabajo de Dempsey (2011) de gran influencia, constituye la base de las diferentes propuestas de caracterización y evaluación. Junto a la literatura se analizan los sistemas utilizados por las entidades certificadoras internacionales. A partir de aquí se realiza una propuesta sintetizando indicadores y categorías e incorporando las carencias existentes. La figura 1 muestra el proceso seguido.

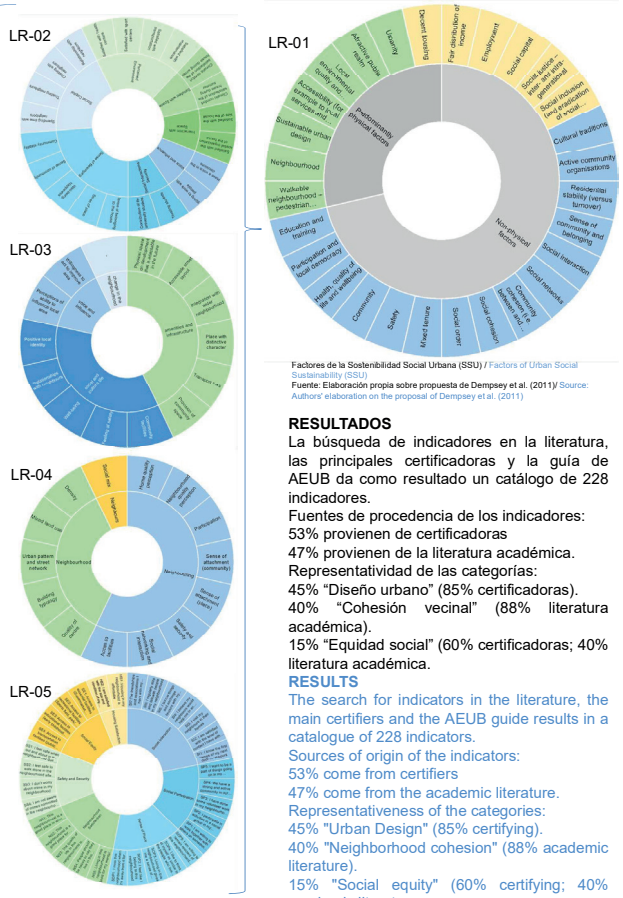
METHODOLOGY

For the purpose of the work, we start by reviewing the publications from the academic literature and certifying entities. A search is carried out on the literature based on the terms "sustainability", "sustainable development", "social sustainability", "urban social sustainability" to analyse the different approaches to their conceptualisation and identify the tools used for the assessment of the social aspect of sustainability in urban environments. The work of Dempsey (2011), of great influence, constitutes the basis of the different proposals for characterization and evaluation. Along with the literature, the systems used by international certifying bodies are analyzed. From here, a proposal is made by synthesizing indicators and categories and incorporating the existing shortcomings. Figure 1 shows the process followed.

PROPUESTA/ PROPOSAL



REVISIÓN DE LA LITERATURA / LITERATURE REVIEW



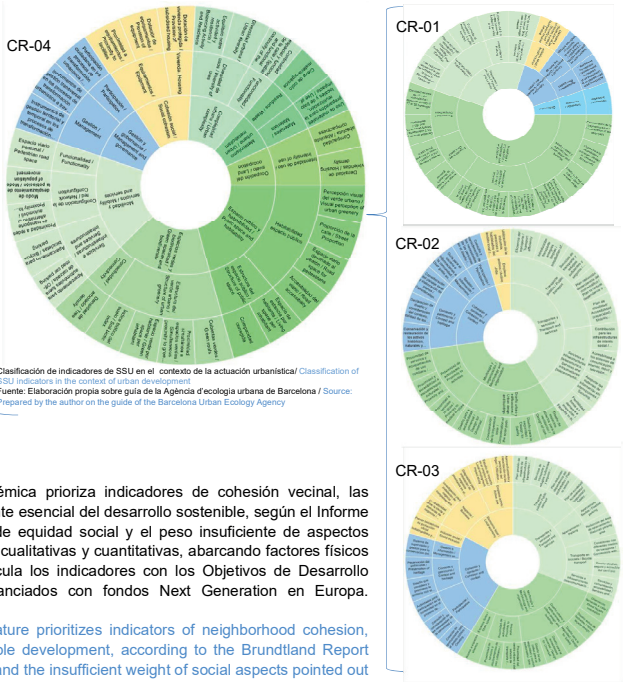
Factores de la Sostenibilidad Social Urbana (SSU) / Factors of Urban Social Sustainability (SSU)
Fuente: Elaboración propia sobre propuesta de Dempsey et al. (2011)/ Source: Authors' elaboration on the proposal of Dempsey et al. (2011)

RESULTADOS

La búsqueda de indicadores en la literatura, las principales certificadoras y la guía de AEUB da como resultado un catálogo de 228 indicadores.
Fuentes de procedencia de los indicadores:
53% provienen de certificadoras
47% provienen de la literatura académica.
Representatividad de las categorías:
45% "Diseño urbano" (85% certificadoras).
40% "Cohesión vecinal" (88% literatura académica).
15% "Equidad social" (60% certificadoras; 40% literatura académica.

RESULTS

The search for indicators in the literature, the main certifiers and the AEUB guide results in a catalogue of 228 indicators.
Sources of origin of the indicators:
53% come from certifiers
47% come from the academic literature.
Representativeness of the categories:
45% "Urban Design" (85% certifying).
40% "Neighborhood cohesion" (88% academic literature).
15% "Social equity" (60% certifying; 40% academic literature.



Clasificación de indicadores de SSU en el contexto de la actuación urbanística/ Classification of SSU indicators in the context of urban development.
Fuente: Elaboración propia sobre guía de la Agència d'ecologia urbana de Barcelona / Source: Prepared by the author on the guide of the Barcelona Urban Ecology Agency

CONCLUSIONES

Existen diversos enfoques y metodologías para evaluar la sostenibilidad social. Mientras la literatura académica prioriza indicadores de cohesión vecinal, las certificadoras se enfocan en el diseño urbano, pero ninguno integra plenamente la equidad social como componente esencial del desarrollo sostenible, según el Informe Brundtland (WCED, 1987). El sistema de indicadores propuesto aborda estas omisiones, corrigiendo la falta de equidad social y el peso insuficiente de aspectos sociales señalados por Kaur & Garg (2018). Este sistema, adaptable a diferentes escalas, combina metodologías cualitativas y cuantitativas, abarcando factores físicos y no físicos, y es aplicable tanto a vecindarios existentes como a nuevos desarrollos urbanos. Además, vincula los indicadores con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), siendo una herramienta útil para políticas públicas, especialmente en proyectos cofinanciados con fondos Next Generation en Europa.

CONCLUSIONS

There are various approaches and methodologies for assessing social sustainability. While the academic literature prioritizes indicators of neighborhood cohesion, certifiers focus on urban design, but none fully integrates social equity as an essential component of sustainable development, according to the Brundtland Report (WCED, 1987). The proposed system of indicators addresses these omissions, correcting the lack of social equity and the insufficient weight of social aspects pointed out by Kaur & Garg (2018). This system, adaptable at different scales, combines qualitative and quantitative methodologies, encompassing physical and non-physical factors, and is applicable to both existing neighborhoods and new urban developments. In addition, it links the indicators with the Sustainable Development Goals (SDGs), being a useful tool for public policies, especially in projects co-financed with Next Generation funds in Europe.

REFERENCIAS / REFERENCES

CR-04
AEUB. (2020). Certificación del urbanismo ecológico.

CR-01 LEED
CR-02 BREEAM
CR-03 CASBEE
Kaur, H., & Garg, P. (2018). Urban sustainability assessment tools: A review. In Journal of Cleaner Production (Vol. 210, pp. 146–158). Elsevier Ltd.

LR-01
Dempsey, N., Bramley, G., Power, S., & Brown, C. (2011). The social dimension of sustainable development: Defining urban social sustainability. Sustainable Development, 19(5), 289–300.

LR-02
Dixon, T. J., & Woodcraft, S. (2013). Creating strong communities: measuring social sustainability in new housing development.

LR-03
Doğu, F. U., & Aras, L. (2019). Measuring social sustainability with the developed MCSA model: Güzelyurt case. Sustainability (Switzerland), 11(9).

LR-04
Larimian, T., & Sadeghi, A. (2021). Measuring urban social sustainability: Scale development and validation. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 48(4), 621–637.

LR-05
Shirazi, M. R., & Keivani, R. (2019). The Triad of Social Sustainability Defining and Measuring Social Sustainability of Urban Neighbourhoods.

EVALUACIÓN DE PROPUESTAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL EDIFICIO M DEL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MEXICO CAMPUS BOCA DEL RÍO EN BOCA DEL RÍO, VERACRUZ

EVALUATION OF ENERGY EFFICIENCY PROPOSALS IN BUILDING M OF THE TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO, BOCA DEL RÍO CAMPUS, IN BOCA DEL RÍO, VERACRUZ

Ignacio-Zenón-Carmona-Uscanga
Master student of Sciences in Environmental Engineering. Air Quality and Energy Laboratory of *the Instituto Tecnológico de Boca del Río, TecNM. Veracruz-Córdoba Highway Km.12, Z.C.94290 Boca del Río, Veracruz. Mechanical Engineer by the Instituto Tecnológico de Boca del Río, TecNM. E-mail: m23990004@bdelrio.tecnm.mx*

Iván-Valencia-Salazar
Ph.D. by the Universitat Politècnica de València. Institute of Energy Engineering of the UPV. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, Spain. Email: ivalencias@die.upv.es

Elisa-Peñalvo-López
Ph.D. By the Universitat Politècnica de València. Institute of Energy Engineering of the UPV. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, Spain. Email: elpealpe@upvnet.upv.es

Juan-David-Garay-Marín
Ph.D. by the Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Air Quality and Energy Laboratory of the *Instituto Tecnológico de Boca del Río, TecNM*. Veracruz-Córdoba Highway Km.12 C.P.94290. Veracruz, México. *Telephone:+52 2296905010 ext. 1090*
ORCID ID: 0000-0002-2823-6985 Email: juangaray@bdelrio.tecnm.mx

Fabiola-Lango-Reynoso
Ph.D. by the Oceanology Biology at the Universite de Bretagne Occidental de France. Division of Graduate Studies and Research. *Instituto Tecnológico de Boca del Río, TecNM.* Veracruz-Córdoba Highway Km.12 C.P.94290. Veracruz, México. *ORCID ID:* 0000-0001-8359-434X *Email:* fabiolalango@bdelrio.tecnm.mx

Abstract

In Mexico, the increasing use of electrical energy in educational institutions, particularly in warm and humid regions, highlights the need for improvements in energy efficiency. Air conditioning systems represent one of the largest energy consumers in these settings. Additionally, factors such as ventilation and the materials used in classroom construction significantly influence indoor temperatures and the thermal comfort of students and teachers, directly affecting the energy consumption of air conditioning units.

This paper evaluates the feasibility and impact of various energy efficiency proposals for Building M of the Tecnológico Nacional de México, Campus Boca del Río, Veracruz. One of the most significant strategies shows us how important it is to implement a ventilation system after being assessed through simulations conducted in TRNSYS software. The findings demonstrate a significant reduction in energy consumption, improved thermal comfort, and a decreased environmental impact through reduced carbon emissions. This work underscores the importance of implementing energy efficiency strategies in educational buildings located in warm-humid climates, offering a replicable methodology for similar institutions.

Keywords
Energy Efficiency, Ventilation System, Thermal Comfort, Energy Consumption, TRNSYS

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

PROPUESTAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL EDIFICIO M DEL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MEXICO CAMPUS BOCA DEL RÍO, EN BOCA DEL RÍO, VERACRUZ

EVALUATION OF ENERGY EFFICIENCY PROPOSALS IN BUILDING M OF THE TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO BOCA DEL RÍO CAMPUS, IN BOCA DEL RÍO, VERACRUZ

Ignacio Z. Carmona-Uscanga[1] Iván Valencia-Salazar[2] E. Peñalvo-López[2] J. David Garay-Marín[1] Fabiola Lango-Reynoso[1]
Instituto Tecnológico de Boca del Río / Air Quality and Energy Laboratory / *TecNM* [1] Institute of Energy Engineering of the UPV. / Universitat Politècnica de València [2]

INTRODUCCIÓN

La eficiencia energética, es definida como el uso óptimo de la energía para proporcionar los mismos servicios con un menor consumo (CONUEE, 2023). En México, la optimización energética se ha vuelto un tema central para mitigar los efectos del cambio climático y reducir los costos operativos por la generación de la energía eléctrica. El incremento del consumo de energía eléctrica en instituciones educativas, particularmente en zonas cálidas y húmedas, ha resaltado en la necesidad de mejoras en eficiencia energética. Diversas investigaciones han tenido como objetivos principales de estudio a la eficiencia energética y el confort térmico en los espacios de trabajo como oficinas e instituciones educativas, debido a su impacto en el bienestar de los usuarios, el consumo energético y la descarbonización de las edificaciones.

INTRODUCTION

Energy efficiency is defined as the optimal use of energy to provide the same services while consuming less (CONUEE, 2023). In Mexico, energy optimization has emerged as a key strategy to mitigate climate change effects and reduce operational costs associated with electricity generation. The increasing energy demand in educational institutions, particularly in warm and humid regions, highlights the pressing need for improved energy efficiency. Numerous studies have focused on energy efficiency and thermal comfort in workspaces such as offices and educational institutions due to their significant impact on user well-being, energy consumption, and building decarbonization.

OBJETIVOS

El trabajo plantea como objetivo evaluar la factibilidad e impacto de estrategias propuestas para mejorar la eficiencia energética en el Edificio M del Tecnológico Nacional de México, Campus Boca del Río, Veracruz, en donde se remarca la importancia de implementar un sistema de ventilación de acuerdo a la guía de referencia en ventilación de confort de la norma mexicana **NOM-001-STPS-2008**, generando simulaciones realizadas en el software TRNSYS.

OBJECTIVES

The objective of this paper is to evaluate the feasibility and impact of proposed strategies to improve energy efficiency in Building M of the National Technology of Mexico, Campus Boca del Río, Veracruz, where the importance of implementing a ventilation system according to the reference guide on comfort ventilation of the Mexican standard **NOM-001-STPS-2008**, generating simulations carried out in the TRNSYS software.

Tabla 1. Recomendaciones de la guía de referencia en ventilación de confort, NOM-001-STPS-2008
Table 1. Recommendations from the comfort ventilation reference guide, NOM-001-STPS-2008

Consideraciones a tomar / Considerations to be taken	Recomendaciones / Recommendations
Humedad relativa / Relative Humidity	entre 20% y 60% / between 20% y 60%
Temperatura del aire (épocas de frío) / Air Temperature (cold seasons)	22°C ± 2°C
Temperatura del aire (épocas calurosas) / Air Temperature (warm seasons)	24.5°C ± 1.5°C
Velocidad media del aire (épocas de frío) / Average Air Velocity (cold seasons)	no exceder de 0.15 m/s / not exceeding 0.15 m/s
Velocidad media del aire (épocas calurosas) / Average Air Velocity (warm seasons)	no exceder de 0.25 m/s / not exceeding 0.25 m/s
Renovaciones de aire / Air Changes	≥ 5 renovaciones por hora / ≥ 5 air changes per hour

MATERIALES Y MÉTODOS / MATERIALS Y METHODS

Caso de Estudio

Para este caso de estudio se seleccionó el Tecnológico Nacional de México (TecNM), Campus Boca del Río, Veracruz, con una población de aproximadamente 2500 alumnos. Este campus está en la zona costera del Golfo de México, con un clima cálido-húmedo, una temperatura media anual de 25.23°C, lluvias en verano y poca oscilación térmica. El recurso eólico es abundante, alcanzando sus valores máximos entre noviembre y abril (CONAGUA, 2024).

Se eligió el Edificio M, con un área de 386 m², para evaluar mejoras en eficiencia energética, especialmente la instalación de un sistema de ventilación. Este edificio cuenta con 6 salones (M1-M6), 2 cubículos para maestros (M7-M8) y un Laboratorio de Investigación en Biotecnología Acuícola (LIBA), con un horario de trabajo de lunes a viernes, de 7 a 21 horas.

Case Study

For this case study, the Tecnológico Nacional de México (TecNM), Boca del Río Campus, Veracruz, was selected. This campus hosts approximately 2,500 students (TecNM, 2024) and is located in the coastal region of the Gulf of Mexico, characterized by a warm-humid climate with an average annual temperature of 25.23°C, summer rainfall, and minimal thermal variation. Wind resources are abundant, with peak values occurring between November and April (CONAGUA, 2024).

The M Building, covering an area of 386 m², was chosen to evaluate energy efficiency improvements, particularly the installation of a ventilation system. This building comprises six classrooms (M1-M6), two faculty offices (M7-M8), and a Biotechnology Research Laboratory (LIBA). The operating hours are Monday through Friday, from 7:00 AM to 9:00 PM.



Imagen 1. Edificio M en el TecNM Campus Boca del Río. / Image 1 . Building M at TecNM Campus Boca del Río



Imagen 2. Representación Gráfica lateral del Edificio M en el TecNM Campus Boca del Río, realizada en Sketchup / Image 2 . Lateral graphic representation of the Building M at TecNM Campus Boca del Río, made in Sketchup

Consumo eléctrico con ventilación

Para evaluar el impacto de la ventilación en el consumo eléctrico del campus, se considerará la NOM-001-STPS-2008 con 5 renovaciones de aire por hora. Se simularán 4 escenarios, partiendo de un escenario base, utilizando el software TRNSYS 18. El modelo incluye un edificio de 386 m², 2.90 m de altura, y potencias de refrigeración de 36,000 Btu/h para salones y laboratorios, y 24,000 Btu/h para los cubículos de maestros.

Electric Consumption with Ventilation

To evaluate the impact of ventilation on the campus's electrical consumption, the NOM-001-STPS-2008 guideline will be considered, including 5 air changes per hour. Four scenarios will be simulated, starting from a baseline scenario, using TRNSYS 18 software. The model consists of a 386 m² building with a height of 2.90 m and cooling capacities of 36,000 Btu/h for classrooms and laboratories, and 24,000 Btu/h for faculty offices.

Escenarios simulados

La evolución de la temperatura en el interior del aula y el consumo eléctrico del equipo de aire acondicionado se muestra en las Imagenes y Tablas respectivas.

Simulated Scenarios

The evolution of the classroom's indoor temperature and the electrical consumption of the air conditioning equipment are shown in the corresponding images and tables.

Escenario base. Estado actual sin ventilación a 22°C
Base scenario. Current state without ventilation at 22°C

Tabla 2. Consumo energético, emisiones tCO_2 y costes anuales simulados desde el escenario base
Table 2. Annual Energy consumption, tCO2 emissions and costs simulated from the base scenario

ESCENARIO BASE INICIAL ACTUAL 22°C Sin Ventilación / INITIAL BASE SCENARIO 22°C Without Ventilation	
MWh eléctricos / Electric MWh	47.48
tCO_2	20.80
Coste / Cost (K€)	3.25

Escenario 1. Con ventilación mecánica y 5 renovaciones por hora a 22°C
Scenario 1. With mechanical ventilation and 5 air renewals per hour at 22°C

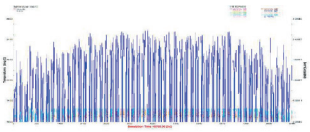


Imagen 3. Evolución anual de la temperatura y del consumo eléctrico en el aula en escenario 1. Fuente: Elaboración propia./ Image 3. Evolution of temperature and electricity consumption in the classroom in scenario 1. Source: Own elaboration

Escenario 2. Sin ventilación a 26°C
Scenario 2. No ventilation at 26°C

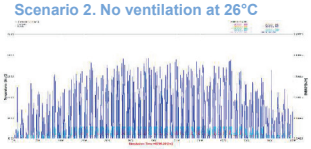


Imagen 4. Evolución anual de la temperatura y del consumo eléctrico en el aula en escenario 2. Fuente: Elaboración propia. / Image 4. Annual Evolution of temperature and electricity consumption in the classroom in scenario 2. Source: Own elaboration

Escenario 3. con ventilación mecánica y 5 renovaciones por hora a 26° C
Scenario 3. with mechanical ventilation and 5 air renewals per hour at 26° C

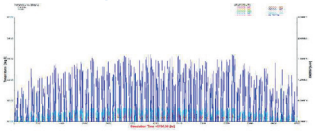


Imagen 5. Evolución anual de la temperatura y del consumo eléctrico en el aula en escenario 3. Fuente: Elaboración propia./ Image 5. Evolution of temperature and electricity consumption in the classroom in scenario 3. Source: Own elaboration

Resultados / Results

La Tabla 3 muestra las variaciones anuales en el consumo de electricidad, las emisiones emitadas y el ahorro económico en la factura de consumo eléctrico.

Table 3 shows the annual variations in electricity consumption, emissions emitted and economic savings on the electricity consumption bill.

El análisis comparativo de los tres escenarios simulados frente al escenario base revela que el Escenario 3 se presenta como la opción más eficiente, ofreciendo ahorro energético, reducción de costes y disminución de emisiones de tCO_2. Además, garantiza un mayor confort térmico para los ocupantes, cumpliendo con las recomendaciones de la NOM-001-STPS-2008 y mitigando el impacto ambiental asociado al consumo eléctrico de los equipos de aire acondicionado.

The comparative analysis of the three simulated scenarios against the baseline reveals that Scenario 3 emerges as the most efficient option, providing energy savings, cost reductions, and lower tCO_2 emissions. Additionally, it ensures greater thermal comfort for occupants, complies with the recommendations of NOM-001-STPS-2008, and mitigates the environmental impact associated with the electrical consumption of air conditioning units.

Tabla 3. Ahorro energético, económico y ambiental en los escenarios simulados en comparación con el escenario base
Table 3. Energy, economic and environmental savings in the simulated scenarios compared to the base scenario

Ahorros / Savings	Escenario base / Base Scenario	Escenario 1 / Scenario 1	Escenario 2 / Scenario 2	Escenario 3 / Scenario 3
MWh	47.48	11.48	-34.69	-36.66
tCO_2	20.8	5	-15	-16
Factura / Bill (€)	3,251	786	-875	-741

Conclusiones / Conclusions

En el TecNM campus Boca del Río, se plantean desafíos importantes en términos de una adecuada ventilación interior de las aulas. El consumo de energía generado por el uso de unidades de aire acondicionado es alto en el campus y la instalación de un sistema de ventilación mecánico con extractores proporcionará la reducción de costes energéticos y el confort necesario.

At the TecNM Boca del Río campus, important challenges arise in terms of adequate interior ventilation of the classrooms. The energy consumption generated by the use of air conditioning units is high on campus and the installation of a mechanical ventilation system with extractors will provide the reduction of energy costs and the necessary comfort.

IMPACTO DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO EN EL BIENESTAR DE LOS HABITANTES: UN ESTUDIO DE CORRELACIONES EN ELEMENTOS CLAVE DE LA VIVIENDA.

IMPACT OF ARCHITECTURAL DESIGN ON THE WELLBEING OF INHABITANTS: A STUDY OF CORRELATIONS IN KEY HOUSING ELEMENTS.

María Luisa Nolé Fajardo
International University of Valencia (VIU)
Neuroarchitecture Lab; Institute for Research on Human-Centered Technology (Human-Tech); Universitat Politècnica de València.
Email: mlnole@htech.upv.es
Robi Barranco Merino
Neuroarchitecture Lab; Institute for Research on Human-Centered Technology (Human-Tech); Universitat Politècnica de València.
Email: rbarmer@doctor.upv.es
María Pérez Martínez
Neuroarchitecture Lab; Institute for Research on Human-Centered Technology (Human-Tech); Universitat Politècnica de València.
Email: mpermar@etsii.upv.es
Juan Luis Higuera Trujillo
University of Cádiz (UCA)
Neuroarchitecture Lab; Institute for Research on Human-Centered Technology (Human-Tech); Universitat Politècnica de València.
Email: juanluis.higuera@uca.es
Carmen Llinares Millán
Neuroarchitecture Lab; Institute for Research on Human-Centered Technology (Human-Tech); Universitat Politècnica de València.
Email: mlnole@htech.upv.es

Abstract

This study explores the relationship between architectural design elements and the cognitive-emotional wellbeing of inhabitants. Recent research has highlighted the impact of the perception of luxury and exclusivity in housing design on users' purchasing intentions, yet the specific design factors influencing wellbeing remain underexplored. The objective of this study was to analyze how different design aspects in various spaces of a home affect the perception of wellbeing. A total of 40 participants evaluated 360° images of a real home, presented through virtual reality to ensure an immersive experience. Participants assessed elements such as lighting, acoustics, furniture, materials, and space layout using an 11-point Likert scale. The results revealed significant correlations between wellbeing perception and certain design elements, particularly acoustics, colors, flooring, furniture, and materials. These findings underscore the importance of integrating these design aspects into housing architecture to promote psychological and emotional wellbeing. The study highlights the role of architectural design in improving quality of life and suggests future research into how cultural and architectural typologies influence these relationships.

Keywords
Architectural design, housing, design elements, design assessment, wellbeing perception.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

IMPACTO DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO EN EL BIENESTAR DE LOS HABITANTES: UN ESTUDIO DE CORRELACIONES EN ELEMENTOS CLAVE DE LA VIVIENDA.

IMPACT OF ARCHITECTURAL DESIGN ON THE WELLBEING OF INHABITANTS: A STUDY OF CORRELATIONS IN KEY HOUSING ELEMENTS

María Luisa Nolé[1] Universidad Internacional de Valencia[1]
Robi Barranco[2] Neuroarchitecture Lab (HUMAN-Tech)
María Pérez[2] Universitat Politècnica de València[2]
J. Luis Higuera-Trujillo[3] Universidad de Cádiz[3]
Carmen Llinares[2]

INTRODUCCIÓN

La relación entre el diseño arquitectónico y el estado cognitivo-emocional de los habitantes de una vivienda ha cobrado una importancia creciente en los últimos años. Investigaciones recientes [1], han demostrado que las valoraciones de una vivienda como lujosa y exclusiva favorecen la intención de compra del usuario, pudiendo determinar los elementos diseño que más inciden en esta relación. A pesar de los avances en este campo, persiste la necesidad de comprender con mayor profundidad cómo estos elementos de diseño se relacionan entre sí para influir en la percepción de bienestar.

OBJETIVO

El objetivo de este estudio es analizar cómo la percepción del bienestar en una vivienda está relacionada con la valoración de diferentes aspectos del diseño arquitectónico. De esta forma se explora la relación entre la sensación de bienestar dentro de una vivienda y la valoración de sus diferentes elementos de diseño en cada estancia. El fin último es determinar si algún aspecto del diseño puede estar incidiendo en la experiencia y estado cognitivo-emocional del usuario.

METODOLOGÍA

Para llevar a cabo esta investigación, participaron 40 sujetos, quienes visualizaron diferentes estancias de una vivienda real a través de imágenes en formato 360º, como se muestra en la Figura 1. Estas imágenes, se presentaron mediante un sistema de realidad virtual que garantizó una experiencia inmersiva, controlada y consistente para todos los participantes. Durante el experimento, los sujetos evaluaron diferentes elementos del diseño, como: iluminación, distribución, mobiliario, entre otros. En concreto, a los participantes de les decía *"Indica tu nivel de acuerdo con las siguientes afirmaciones: esta estancia tiene un correcto diseño en cuanto a [elemento de diseño]"*. Al final, los participantes reportaron su nivel de sensación de bienestar para la vivienda en su totalidad. Para responder a todas las preguntas planteadas los participantes usaban una escala tipo Likert de 11 puntos (valor mínimo: -5, valor intermedio: 0; valor máximo: 5). Los datos obtenidos se analizaron mediante la correlación de Spearman con el software SPSS (v.27).

RESULTADOS

Tal como se muestra en la Figura 2, se obtuvo una correlación significativa entre la percepción de bienestar y la valoración de ciertos elementos del diseño arquitectónico. La acústica presentó la correlación más alta ($r = 0{,}562$, $p < 0{,}001$), lo que sugiere que un ambiente acústicamente agradable mejora considerablemente el bienestar. Otras correlaciones significativamente altas fueron la valoración de los colores ($r = 0{,}496$, $p < 0{,}001$), el suelo ($r = 0{,}436$, $p < 0{,}005$), el mobiliario ($r = 0{,}476$, $p < 0{,}001$) y los materiales ($r = 0{,}458$, $p < 0{,}001$), reflejando la importancia de los acabados visuales en los interiores. También se observó relación, aunque de menor fuerza, con la valoración de la iluminación artificial, la distribución, la dimensión y la decoración.

INTRODUTION

The relationship between architectural design and the cognitive-emotional state of a home's inhabitants has gained increasing importance in recent years. Recent studies [1] have shown that perceptions of a home as luxurious and exclusive enhance users' purchase intentions, highlighting the design elements that most influence this connection. Despite progress in this field, there remains a need for a deeper understanding of how these design elements interact to shape the perception of well-being.

OBJETIVE

The objective of this study is to analyze how the perception of well-being in a home is related to the evaluation of different aspects of architectural design. In doing so, the study explores the relationship between the sense of well-being within a home and the assessment of its various design elements in each room. The ultimate goal is to determine whether any specific design aspect may influence the user's experience and cognitive-emotional state.

METHODOLOGY

To conduct this research, 40 participants were recruited to view different rooms of a real home through 360º images, as shown in Figure 1. These images, were presented using a virtual reality system that ensured an immersive, controlled, and consistent experience for all participants. During the experiment, subjects evaluated various design elements, such as lighting, layout, furniture, and others. Specifically, participants were instructed to rate their agreement with the statement: "*This room is well-designed in terms of [design element].*" Finally, participants reported their overall sense of well-being regarding the home as a whole. All responses were recorded using an 11-point Likert scale (minimum: -5, neutral: 0, maximum: 5). The obtained data were analyzed using Spearman correlation with SPSS software (v.27).

RESULTS

As shown in Figure 2, a significant correlation is revealed between the perception of well-being and the evaluation of certain elements of architectural design. Acoustics showed the highest correlation ($r = 0.562$, $p < 0.001$), suggesting that an acoustically pleasant environment considerably improves well-being. Other significantly high correlations were found with the evaluation of colors ($r = 0.496$, $p < 0.001$), flooring ($r = 0.436$, $p < 0.005$), furniture ($r = 0.476$, $p < 0.001$), and materials ($r = 0.458$, $p < 0.001$), reflecting the importance of visual and tactile finishes in interiors. The sense of well-being also showed a relationship, although weaker, with the evaluation of artificial lighting, layout, size, and decoration.



Fig. 1: Conjunto de imágenes presentadas de las diferentes estancias de una vivienda aislada
Fig. 1: Set of images presented from different rooms of a detached house.

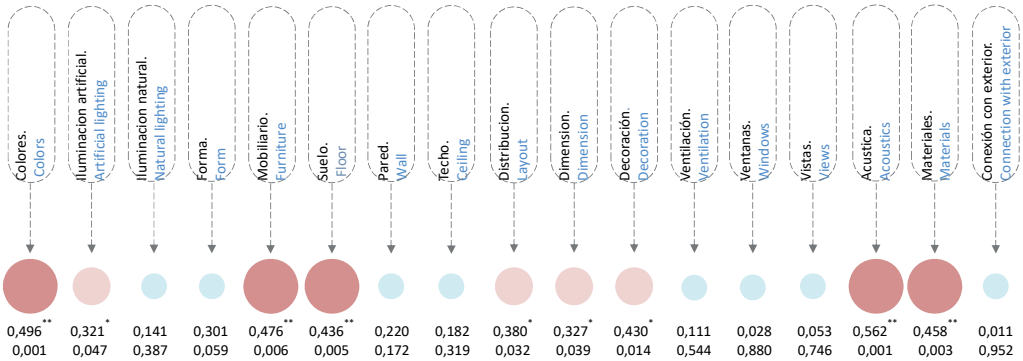


Fig. 2: Esquema de los resultados de la correlación entre la sensación de bienestar y la valoración de diferentes elementos de diseño (los círculos de color azul representan la no existencia de correlación, la intensidad de los círculos rojos indica la fuerza de la correlación y el tamaño, el nivel de significatividad)
Fig. 2: Diagram of the correlation results between the sense of well-being and the evaluation of different design elements (blue circles represent the absence of correlation, the intensity of red circles indicates the strength of the correlation, and the size represents the level of significance).

CONCLUSIÓN

Este estudio demuestra que elementos como la acústica, el mobiliario y los materiales tienen un impacto significativo en la percepción de bienestar en una vivienda. Los resultados respaldan investigaciones previas que resaltan cómo los factores del diseño arquitectónico afectan tanto a la calidad de vida como el bienestar emocional, por ejemplo, la relación entre ambientes bien diseñados y reducción del estrés [2] o la influencia de la distribución espacial en la satisfacción personal.Estos hallazgos destacan la importancia de integrar estos elementos en el diseño de viviendas, no solo para mejorar el confort inmediato, sino también para promover el bienestar psicológico y emocional de los usuarios. Además, esta perspectiva tiene implicaciones para arquitectos, diseñadores y responsables de políticas habitacionales, quienes deben considerar estas variables como pilares en la creación de entornos habitables. A futuro, sería valioso explorar cómo estas relaciones varían en distintos contextos culturales y tipologías arquitectónicas, profundizando en el impacto integral del diseño en la calidad de vida.

CONCLUSION

This study demonstrates that elements such as acoustics, furniture, and materials have a significant impact on the perception of well-being in a home. The results support previous research highlighting how architectural design factors affect both quality of life and emotional well-being, such as the relationship between well-designed environments and stress reduction [2] or the influence of spatial layout on personal satisfaction. These findings emphasize the importance of integrating these elements into housing design, not only to improve immediate comfort but also to promote the psychological and emotional well-being of users. Moreover, this perspective has implications for architects, designers, and housing policymakers, who must consider these variables as key pillars in the creation of livable environments. In the future, it would be valuable to explore how these relationships vary in different cultural contexts and architectural typologies, further investigating the comprehensive impact of design on quality of life.

BIBLIOGRAFÍA. BIBLIOGRAPHY

[1] Montañana, A., Nolé, M. L., & Llinares, C. (2024). Strategic Design Approaches for Eliciting the Perception of 'Prestige'in Housing Consumers. Buildings, 14(3), 853.
[2] Ulrich, R.S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. Science, 224, 420–421.

AGRADECIMIENTOS. ACKNOWLEDGEMENTS
Esta publicación forma parte del proyecto PID2022-136582OB-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE. El segundo autor cuenta con el apoyo de MCIN/AEI/10.13039/501100011033 and FSE+ PRE2022-000025. This publication is part of the project PID2022-136582OB-I00, financed by MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE. The second author is supported by MCIN/AEI/10.13039/501100011033 and FSE+ PRE2022-000025.

CORRELATION BETWEEN LEED CERTIFICATION AND LOW-CO2E BUILDINGS: TOWARDS A NEAR ZERO CARBON (NZC) DESIGN

CORRELAZIONE TRA CERTIFICAZIONE LEED ED EDIFICI A BASSA EMISSIONE DI CO2e: VERSO UNA PROGETTAZIONE PROSSIMA A NZC (NEAR ZERO CARBON)

Ida Severino
Doctor of architectural engineering at the University of Salerno, Via Giovanni Paolo II, 132, 84084 Fisciano SA – Italy. Email ludoam95@gmail.com

Giacomo Di Ruocco
Associate Professor in Technical Architecture and Construction Site Organization in the Department of Civil Engineering at the University of Salerno – Italy. PhD in Structural Engineering and Building and Urban Renovation. Member of the Doctoral Board in Structural Engineering, Architecture and Historical, Architectural and Landscape Heritage. E-mail: gdiruocco@unisa.it

Abstract
Life cycle assessment (LCA) can be applied in various areas, and is useful in the case of buildings that take part in sustainable building certification programs, such as, for example, LEED ® (Leadership in Energy and Environmental Design), this is one of the most popular and accredited certification programs, which includes a series of classification elements for different types of green buildings.
Over time this type of certification has evolved and specialized, taking into account the innovations in the market, this study aims to emphasize how the calculation of Carbon emissions in the life stages of the building can be reduced through simulations made through special software, in our case "One Click LCA".
We chose to use the LCA tool to evaluate the environmental impact of the "Engineering Laboratories-Spin off and consortia" or Building L7 located within the Fisciano University campus that obtained PLATINUM LEED certification, in 2015, in order to assess how an example of design merit can present further room for improvement through the use of this tool.
Having evaluated the results of these analyses, we were able to ascertain how much the design choices made especially regarding the materials used can contribute to obtaining LEED certification and what changes to make to new building design solutions to optimize the energy performance of the building in general and minimize the impact on the environment, so as to create a useful model for the future designer.
LEED to date is increasingly focused on promoting the use of LCA tools and decision making based on it, thus stimulating market transformation and improving database quality. One Click LCA software, if well implemented, will simplify the design and implementation of near zero carbon buildings.

Keywords
LCA methodology, low-carbon design, LEED protocol, circular economy.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

CORRELAZIONE TRA CERTIFICAZIONE LEED ED EDIFICI A BASSA EMISSIONE DI CO2e: VERSO UNA PROGETTAZIONE PROSSIMA A NZC (NEAR ZERO CARBON)

CORRELATION BETWEEN LEED CERTIFICATION AND LOW-CO2E BUILDINGS: TOWARDS A NEAR ZERO CARBON (NZC) DESIGN

Ida Severino, Giacomo Di Ruocco
Department of Civil Engineering – University of Salerno - Italy

INTRODUZIONE / INTRODUCTION

L'obiettivo che ci siamo prefissati è stato quello di integrare l'analisi del ciclo di vita di un edificio (Life Cycle Assessment) nel sistema di valutazione della sostenibilità LEED, al fine di ridurre le emissioni di CO_2 degli edifici. Dall'analisi condotta su un edificio preso come esempio è emerso che la fase di produzione dei materiali è quella che contribuisce maggiormente alle emissioni incorporate. Si è quindi proposta una metodologia incentrata sulla scelta dei materiali che ci ha permesso di valutare l'impatto di tale scelta sulla quantità di carbonio rilasciata durante la costruzione dell'edificio. I risultati mostrano il risparmio ottenuto in termini ambientali e hanno portato all'ideazione di possibili strategie per il raggiungimento del NZC (Near Zero Carbon).

Our goal was to integrate Life Cycle Assessment, the analysis of a building's life cycle, into the LEED sustainability rating system in order to reduce the CO2 emissions embodied in buildings. The analysis carried out on the example building showed that the material production phase was the phase with the highest contribution to embodied emissions. We therefore proposed a methodology focused on the choice of materials, which allowed us to assess how this affected the amount of carbon released during the construction of the building. The results show us the environmental savings achieved and also hypothesize possible strategies to achieve NZC (Near Zero Carbon).

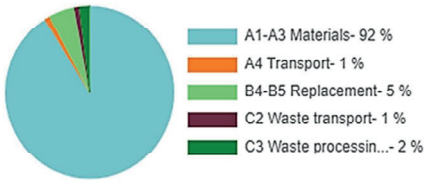


Figura 1 Carbonio incorporato per fasi del ciclo di vita per lo stato di fatto
Figure 1 Embodied carbon by life cycle stages for the current state

METODOLOGIA / METHODOLOGY

La scelta dei materiali è stata guidata dall'ausilio del software One Click LCA che permette di confrontare più design, all'interno dello stesso progetto. Ciò permette di poter generare alternative più sostenibili, con la semplice sostituzione di materiali con caratteristiche ambientali migliori.

The choice of materials was guided by the One Click LCA software, which allows multiple designs to be compared within the same project. This allows us to generate more sustainable alternatives by simply substituting materials with better environmental properties.

$$W = A^{[-\%]} + B^{[-\%]} + C^{[-\%]} + D^{[-\%]} + E^{[-\%]}$$

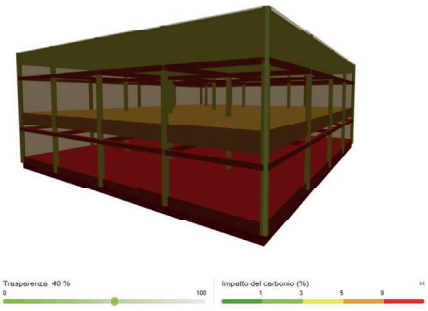


Figura 2 Modellazione dello Stato di fatto dell'edificio L7 tramite Carbon Designer 3D
Figure 2 Modelling the existing L7 building using Carbon Designer 3D

La metodologia seguita si articola in cinque fasi: una fase iniziale in cui si è sostituito alcuni materiali utilizzati con materiali vergini che rilasciano nella loro filiera di produzione meno kg di CO_2e mantenendo le medesime caratteristiche tecniche del progetto iniziale; una seconda fase in cui si sono sostituiti alcuni materiali presenti con materiali riutilizzati o composti dal maggior quantitativo possibile di materie prime riciclate; successivamente si è modificato il profilo energetico adattandolo a quello più recente; nella quarta fase, si è ipotizzato l'uso di materiali più durevoli andando a influenzare la fase B4-B5 che è quella che riguarda la sostituzione o ristrutturazione delle componenti edilizie, ed infine, nella quinta fase, si è ipotizzata una forma di compensazione dell'aliquota rimanente.

The methodology used is divided into five phases: a first phase in which some of the materials used were replaced by virgin materials that release fewer kg of CO_2e in their production chain, while maintaining the same technical characteristics of the original project; a second phase in which some of the materials present were replaced by reused materials or made up of the largest possible amount of recycled raw materials; a third phase in which the energy profile was modified by adapting it to the latest one; a fourth phase in which the use of more durable materials was assumed, influencing phase B4-B5; in the fourth phase, the use of more durable materials was hypothesized, affecting phase B4 -B5, which concerns the replacement or renovation of building components, and finally, in the last phase, some form of compensation for the remaining rate was hypothesized.

RISULTATI / RESULTS

Si è scelto di applicare la metodologia ai "Laboratori di ingegneria-Spin off e consorzi" o Edificio L7 sito all'interno del campus universitario di Salerno che hanno ottenuto la certificazione PLATINUM LEED nel 2015, per valutare come un esempio di pregio di progettazione possa presentare ulteriori margini di miglioramento grazie all'utilizzo di questo strumento.

It was decided to apply the methodology to the "Engineering Laboratories - Spin-offs and Consortia" or L7 building, located on the Salerno University campus, which achieved PLATINUM LEED certification in 2015, in order to assess how an example of valuable design could show further room for improvement through the use of this tool.



Figura 3 Vista d'angolo fronte strada dei laboratori Spin-off e consorzi
Figure 3 Corner view facing to the street of the spin-off and consortium laboratories

Modello	Valori di CO2e (kg)	Percentuali di riduzione
Stato di fatto	2 303 012	
Fase A	1 5030 183	-33,60%
Fase B	623 121	-59,30%
Fase C	623 879	(+) 0,1%
Fase D	545 953	-12,50%
Riduzione data dalle scelte differenti dei materiali guidati dal software		-76,29%

Tab. 1_Tabella Riassuntiva dei risultati ottenuti dall'applicazione del metodo

Model	Values of CO2e (kg)	Reduction percentages
State of fact	2 303 012	
Phase A	1 5030 183	-33,60%
Phase B	623 121	-59,30%
Phase C	623 879	(+) 0,1%
Phase D	545 953	-12,50%
Reduction given by different choices of materials guided by the software		-76,29%

Tab. 1_Summary table of the results obtained from the application of the method

Comparando lo stato di fatto con il risultato dell'applicazione del metodo è possibile apprezzare la forte differenza che riscontriamo nella scelta guidata dei materiali tramite l'utilizzo del software per la riduzione dell'impatto ambientale globale. Nel complesso l'applicazione del metodo al caso studio ha portato a una riduzione globale del 76,29% delle emissioni di kg CO_2e immesse nell'ambiente.

By comparing the real state with the result of the application of the method, it is possible to visually appreciate the strong difference that we find in the guided choice of materials through the use of the software for the reduction of global environmental impact. Overall, the application of the methodology to the case study resulted in a global reduction of 76.29% in kg of CO_2e emissions released into the environment.

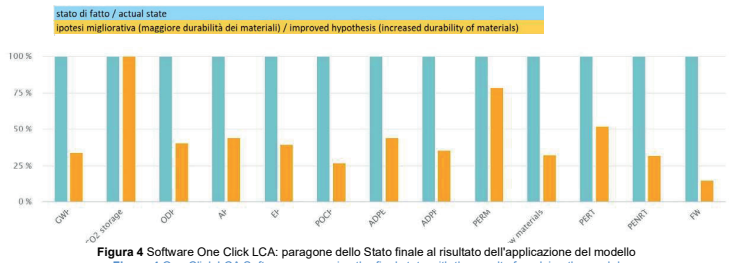


Figura 4 Software One Click LCA: paragone dello Stato finale al risultato dell'applicazione del modello
Figure 4 One Click LCA Software: comparing the final state with the result of applying the model

CONCLUSIONI / CONCLUSIONS

La metodologia applicata e l'utilizzo del software One Click LCA ha permesso di confrontare facilmente materiali diversi per lo stesso edificio, verificare quanto l'utilizzo di materiali riciclati o riutilizzati influisce sulle emissioni globali dell'edificio e abbiamo potuto constatare l'importanza della durabilità nella scelta dei materiali

L'analisi svolta rimane tuttavia un modello poiché, pur rimanendo, per quanto è possibile, fedeli alla realtà, mancavano delle informazioni che hanno influenzato il calcolo del software. La mancanza delle EPD specifiche, per la loro importanza sull'intera analisi del ciclo vita ne pregiudica l'accuratezza. Bisogna sottolineare la facilità d'uso, l'accessibilità e la flessibilità del software, che, se utilizzato in tutte le sue potenzialità, può essere un elemento di aiuto fondamentale alla progettazione sostenibile.

Infine, ancora poco spazio è stato dato alla progettazione nata allo scopo del riutilizzo. Nel quadro normativo vigente si dà ampio spazio al conteggio delle emissioni di carbonio dei materiali utilizzati, il riutilizzo di materiali permette di ridurre notevolmente le emissioni date dalla produzione, ma non c'è modo di conteggiare il risparmio che si otterrà nei futuri progetti per l'utilizzo dei materiali ricavati dall'edificio che si sta progettando, pur essendo presente nei CAM (criteri ambientali minimi) molte prescrizioni al riguardo.

The methodology used and the use of the One Click LCA software allowed us to easily compare different materials for the same building, to check how much the use of recycled or reused materials affects the building's global emissions, and to see the importance of durability in the choice of materials.

However, the analysis carried out remains a model because, although it was as close to reality as possible, it lacked information that influenced the software's calculations. The lack of specific EPDs, given their importance in the overall life cycle analysis, compromises its accuracy. It's important to highlight the ease of use, accessibility and flexibility of the software, which, if used to its full potential, can be a fundamental element in supporting sustainable design.

Finally, it is important to highlight the low value that current legislation places on a design created with reuse in mind. The current regulatory framework gives a lot of space to counting the carbon emissions of the materials used, the reuse of materials allows a significant reduction in emissions from production, but there is no way to count the savings that will be made in future projects for the use of materials obtained from the building being designed, despite the fact that there are many provisions in the CAM in this regard.

©2025, ETS de Ingeniería de Edificación, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA - 88

CARBON NEUTRAL ARCHITECTURE: LCA METHOD "FROM THE CRADLE TO THE CRADLE" FOR THE "ZERO EMISSIONS" DESIGN OF TIMBER BUILDINGS

ARCHITETTURA CARBON NEUTRAL: METODO LCA "DALLA CULLA ALLA CULLA" PER LA PROGETTAZIONE A "ZERO EMISSIONI" DEGLI EDIFICI IN LEGNO

Ludovica Amorelli
Doctor of architectural engineering at the University of Salerno, Via Giovanni Paolo II, 132, 84084 Fisciano SA – Italy. Email ludoam95@gmail.com

Giacomo Di Ruocco
Associate Professor in Technical Architecture and Construction Site Organization in the Department of Civil Engineering at the University of Salerno – Italy. PhD in Structural Engineering and Building and Urban Renovation. Member of the Doctoral Board in Structural Engineering, Architecture and Historical, Architectural and Landscape Heritage. E-mail: gdiruocco@unisa.it

Abstract
The research aims to investigate the potential of using wood in the construction industry, a natural and renewable raw material, whose main property is CO2 storage, as it consists of half carbon: one m3 of wood absorbs about one ton of CO2. Therefore, if wood is used as a building material or wood product, the carbon remains absorbed for the entire life of the product.
A first phase will be addressed relating to practical work in which a methodology structured according to the LCA approach (UNI EN 15978:2011) will be outlined, with particular reference to the C2C phase (from Cradle to Cradle), with the aim of eliminating emissions from buildings with a predominantly timber construction system. A model will therefore be developed that provides, with respect to an initial data, appropriate strategic actions for the reduction of the quantity of emissions, estimated by incidence of "carbon credit" for each phase of the life cycle.
The methodological approach outlined in the first phase will be applied to two timber buildings (completed works) with two different construction systems: a load-bearing structure in CLT panels and a framed laminated timber structure. In the third and final phase, an analysis and careful processing of the results obtained will follow. The aim of this thesis is to highlight the potential of timber construction systems, of their profitable and conscious use, whose primary objective is the elimination of greenhouse gas emissions, in the perspective of total emission neutrality.

Keywords
LCA methodology, disassembly, material reuse, wood buildings, circular economy.

MOSTRA INTERNAZIONALE DI RICERCA IN INGEGNERIA EDILE - EXCO 25
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH" IN BUILDING ENGINEERING – EXCO 25

ARCHITETTURA CARBON NEUTRAL: METODO LCA "DALLA CULLA ALLA CULLA" PER LA PROGETTAZIONE A "ZERO EMISSIONI" DEGLI EDIFICI IN LEGNO

CARBON NEUTRAL ARCHITECTURE: LCA METHOD "FROM THE CRADLE TO THE CRADLE" FOR THE "ZERO EMISSIONS" DESIGN OF TIMBER BUILDINGS

Ludovica Amorelli, Giacomo Di Ruocco
Department of Civil Engneering - University of Salerno - Italy

INTRODUZIONE

Oggetto di studio di tesi è sondare la potenzialità dell'uso del legno nell'industria delle costruzioni, materia prima naturale e rinnovabile, la cui principale proprietà è lo stoccaggio di CO2, essendo costituito per metà da carbonio: un m3 di legno assorbe circa una tonnellata di CO2. Pertanto, il legno se viene utilizzato come materiale edile o come prodotto legnoso, il carbonio rimane assorbito per l'intera durata di vita del prodotto. Si affronterà una prima fase relativa al lavoro pratico in cui si delineerà una metodologia strutturata secondo l'approccio LCA (UNI EN 15978:2011), con particolare riferimento alla fase C2C (from Cradle to Cradle - dalla culla alla culla), con l'obiettivo di azzerare le emissioni di edifici con sistema costruttivo prevalentemente in legno. Sarà, quindi, sviluppato un modello che preveda, rispetto ad un dato iniziale, opportune azioni strategiche per la riduzione della quantità di emissioni, stimate per incidenza di "credito di carbonio" per ciascuna fase del ciclo di vita. L'approccio metodologico delineato nella prima fase, sarà applicato a due edifici in legno (opere realizzate) aventi due sistemi costruttivi differenti: una struttura portante in pannelli X-Lam e una in legno lamellare intelaiata. Seguirà nella terza ed ultima fase, un'analisi ed una attenta elaborazione dei risultati ottenuti. Obiettivo di questa tesi è quello di evidenziare le potenzialità dei sistemi costruttivi in legno, dell'uso proficuo e consapevole, il cui obbiettivo primario è l'azzeramento delle emissioni da gas serra, nella prospettiva della totale neutralità di emissioni.

INTRODUCTION

The subject of this thesis is to explore the potential of using timber in the construction industry, a natural and renewable raw material, whose main property is the storage of CO2, being half made up of carbon: one m3 of timber absorbs about one ton of CO2. Therefore, if timber is used as a building material or as a timber product, the carbon remains absorbed for the entire life of the product. A first phase will be addressed relating to practical work in which a methodology structured according to the LCA approach (UNI EN 15978:2011) will be outlined, with particular reference to the C2C phase (from Cradle to Cradle), with the aim of eliminating emissions from buildings with a predominantly timber construction system. A model will therefore be developed that provides, with respect to an initial data, appropriate strategic actions for the reduction of the quantity of emissions, estimated by incidence of "carbon credit" for each phase of the life cycle. The methodological approach outlined in the first phase will be applied to two timber buildings (completed works) with two different construction systems: a load-bearing structure in CLT panels and a framed laminated timber structure. In the third and final phase, an analysis and careful processing of the results obtained will follow. The aim of this thesis is to highlight the potential of timber construction systems, of their profitable and conscious use, whose primary objective is the elimination of greenhouse gas emissions, in the perspective of total emission neutrality.

METODOLOGIA

1)Definizione dell'ambito di indagine: basandosi sulla norma europea BS EN 15978:2001, l'analisi riguarda l'impatto ambientale (emissioni di CO2) della fase di fine vita dei sistemi costruttivi in legno, includendo: Modulo C (fine vita), suddiviso in: C1: Demolizione; C2: Trasporto rifiuti; C3: Trattamento rifiuti per riciclo/riuso; C4: Smaltimento rifiuti; Modulo D: Benefici e carichi legati al riuso e riciclo potenziale.

2)Caratterizzazione tecnologica dell'opera: Basata sulla norma UNI 8290-1:1981, divide l'edificio in unità tecnologiche (struttura portante, fondazione, chiusure, partizioni interne/esterne, ecc.) e nei relativi elementi tecnici.

3)Stima delle emissioni di CO2: le emissioni sono calcolate come somma di cinque componenti: demolizione, sfridi, trasporto, trasformazione, e credito di stoccaggio CO2 nel materiale: Σ CO2 = CO2,1 + CO2,2 + CO2,3 + CO2,4 + CO2,5

4)Valutazione del livello di disassemblabilità (LID): utilizzando la norma UNI 11277:2008 e un metodo integrato, si calcola la capacità dei materiali di essere smontati e riutilizzati. Si considerano parametri come tecnologia di posa, danni da trasporto e trasformazioni, assegnando punteggi (LID) basati su potenzialità di recupero e pesi specifici.

LID = Σ potenzialità di recupero(indicatore i-esimo) x peso(indicatore i-esimo)

5)Stima di rifiuti e verifica parametri CAM: Classificazione e destinazione dei rifiuti (riutilizzo, riciclo, smaltimento) tramite il Codice Europeo dei Rifiuti (CER), distinguendo tra materiali pericolosi e non pericolosi, secondo la Direttiva 2008/98/CE e il DM 11/10/2017.

Metodo UNI 11277:2008I

Sistema costruttivo	Tecnologia di posa in opera	LID
Sistema "a umido"	Legati idraulici e aerei	0
Sistema "adesivo"	Adesivi a fusione, a reazione chimica, ad evaporazione	0
Sistema "a secco" con tecnica "a serraggio"	Chiodature, bullonature, avvitature, rivettature	3
Sistema "a secco" con tecnica "a incastro"	Incastri a scatto e/o tipo maschio-femmina	3
Sistema "a secco" con tecnica "ad accostamento"	Semplice sovrapposizione	5

Metodo sperimentale integrato

Sistema costruttivo e tecnologia di posa in opera	p = 0,40	Danni movimentazione e trasporto	p = 0,20	Attività di trasformazione	p = 0,20	LID
Sistema "a umido" - leganti idraulici e aerei	0%	Elementi fragili, alta probabilità di danneggiamento	20%	Non riutilizzabilità	0%	
Sistema "adesivo" - adesivi a fusione, a reazione chimica e a evaporazione	25%	Trasporto al suolo e caricamento su autoarticolato con autogrù, L > 14m	40%	Taglio di parti forate provocate da unioni avvitate, chiodate	25%	
Sistema assemblato "a secco" con tecnica "a serraggio" - chiodature	50%	Trasporto al suolo e caricamento su autoarticolato con autogrù, L < 14m	60%	Piallatura	50%	
Sistema assemblato a secco con tecnica "a serraggio" - bullonature e avvitature	75%	Trasporto al suolo con dispositivi di sollevamento	80%	Trattamento impregnante a spruzzo	75%	
Sistema assemblato "a secco" con tecnica "a incastro" e "ad accostamento" - incastro a scatto e semplice sovrapposizione	100%	Trasporto manuale	100%	Pulitura generale	100%	

METHODOLOGY

1) Definition of the scope of investigation: based on the European standard BS EN 15978:2001, the analysis concerns the environmental impact (CO2-eq emissions) of the end-of-life phase of wooden construction systems, including: Module C (end of life), divided into: C1: Demolition; C2: Waste transport; C3: Waste treatment for recycling/reuse; C4: Waste disposal; Module D: Benefits and loads related to reuse and potential recycling.

2) Technological characterization of the work: based on the UNI 8290-1:1981 standard, it divides the building into technological units (load-bearing structure, foundation, closures, internal/external partitions, etc.) and the related technical elements.

3) CO2 emissions estimation: emissions are calculated as the sum of five components: demolition, waste, transport, transformation, and CO2 storage credit in the material:

Σ CO2 = CO2,1 + CO2,2 + CO2,3 + CO2,4 + CO2,5

4) Assessment of the level of disassemblability (LID): using the UNI 11277:2008 standard and an integrated method, the ability of materials to be dismantled and reused is calculated. Parameters such as installation technology, transport damage and transformations are considered, assigning scores (LID) based on recovery potential and specific weights: LID = Σ recovery potential (i-th indicator) x weight (i-th indicator)

5) Waste estimation and verification of CAM parameters: classification and destination of waste (reuse, recycling, disposal) through the European Waste Code (CER), distinguishing between hazardous and non-hazardous materials, according to Directive 2008/98/EC and Ministerial Decree 11/10/2017.

APPLICAZIONE AI CASI STUDIO

Come casi studio sono stati scelti due edifici in legno, situati in Italia, nella stessa zona climatica (zona E), con due tecnologie costruttive differenti: Villa singola (BG) con una struttura in telaio e Casa BN (PD) con una struttura in X-LAM. E' stata fatta una verifica pre- demolizione, andando a definire le varie unità tecnologiche di entrambi i casi studio. Successivamente sono state individuate le 5 aliquote di CO2 generate da un processo di disassemblaggio e demolizione selettiva di entrambi gli edifici in legno. E' stato definito il livello di disassemblabilità applicando sia il metodo UNI 11277:2008, sia il metodo sperimentale integrato (sebbene più accurato, visto che considera anche le fasi successive allo smontaggio, è un metodo che ha diversi margini di errore). Lo studio si conclude con la stima di generi e quantità di rifiuti, andando ad assegnare il codice europeo dei rifiuti (CER) a ciascun materiale prevalente, ai sensi della direttiva 2008/98/CE e assegnando una destinazione futura ad ogni materiale prevalente, in funzione della natura del materiale.

PIANO TERRA:

Unità tecnologica / Elemento tecnico	Materiale prevalente dell'elemento tecnico	Numero elementi	Dimensioni del singolo elemento [mm]	Peso specifico [kg/m3]	Peso del singolo elemento [kg]	Peso totale [kg]
Chiusure verticali	Pannello OSB	32	1250x100x2700	600	20	640
	Traverse pilastri	32	80x140x2700	450	23	800
	Controparete	16	1250x100x2700	450	15	240
Pareti per impianti	Fibra di legno	64	540x140x600	110	4	260
	Pannelli intelaiati	16	2700x4000	-	121	1940

PIANO TERRA:

Unità tecnologica / Elemento tecnico	Materiale prevalente dell'elemento tecnico	Numero elementi	Dimensioni del singolo elemento [mm]	Peso specifico [kg/m3]	Peso del singolo elemento [kg]	Peso totale [kg]
Chiusure verticali	Pannello XLAM 200 mm	6	16000x1000x200	510	102	613
	Pannello XLAM 180 mm	5	16000x3000x180	510	92	460
Pareti perimetrali	Pannello XLAM 160 mm	4	16000x3000x160	510	83	332

- Esempio di partizione delle unità tecnologiche (pareti perimetrali) per entrambi i casi studio
- Example of partiton of technological units (perimeter walls) for both case studies

APPLICATION TO CASE STUDIES

Two timber buildings were chosen as case studies, located in Italy, in the same climate zone (zone E), with two different construction technologies: Single Villa (BG) with a frame structure and House BN (PD) with a CLT structure. A pre-demolition check was carried out, defining the various technological units of both case studies. Subsequently, the 5 rates of CO2 generated by a process of disassembly and selective demolition of both timber buildings were identified. The level of disassembly was defined by applying both the UNI 11277:2008 method and the integrated experimental method (although more accurate, since it also considers the phases following disassembly, it is a method that has different margins of error). The study concludes with the estimation of waste types and quantities, assigning the European Waste Code (EWC) to each prevalent material, pursuant to Directive 2008/98/EC and assigning a future destination to each prevalent material, based on the nature of the material.

RISULTATI E DISCUSSIONI

Dopo aver applicato la metodologia ad entrambi i casi studio, calcolate le emissioni totali. Si è passati ad un confronto tra i risultati ottenuti.

VILLA SINGOLA:

Aliquota di emissioni di $CO_{2,1}$ prodotte dall'attività di **demolizione**	663,42	+
Aliquota di emissioni di $CO_{2,2}$ prodotte dallo **sfrido** consegnente le operazioni di demolizione	440,02	+
Aliquota di emissioni di $CO_{2,3}$ prodotte dal **trasporto** fuori dal sito	321,35	+
Aliquota di emissioni di $CO_{2,4}$ prodotte dall'**attività di trasformazione/trattamento** per successivo riutilizzo	134,62	+
Aliquota negativa di $CO_{2,5}$ quale credito compensativo di emissioni per **stoccaggio** nel materiale	-9400,9	=
TOTALE	-7841,49 kg CO_2	

CASA BN:

Aliquota di emissioni di $CO_{2,1}$ prodotte dall'attività di **demolizione**	701,79	+
Aliquota di emissioni di $CO_{2,2}$ prodotte dallo **sfrido** consegnente le operazioni di demolizione	601,11	+
Aliquota di emissioni di $CO_{2,3}$ prodotte dal **trasporto** fuori dal sito	346,96	+
Aliquota di emissioni di $CO_{2,4}$ prodotte dall'**attività di trasformazione/trattamento** per successivo riutilizzo	229,88	+
Aliquota negativa di $CO_{2,5}$ quale credito compensativo di emissioni per **stoccaggio** nel materiale	-11.742,4	=
TOTALE	-9862,66 kg CO_2	

RESULT AND DISCUSSION

After applying the methodology to both case studies, calculate the total emissions. We moved on to a comparison between the results obtained.

Sono state calcolate le emissioni totali per unità di volume e le emissioni riferite ad ogni aliquota, per entrambi i casi studio:
The total emissions per unit of volume and the emissions referred to each rate were calculated, for both case studies:

Totale / Total

Caso studio	Totale [kg CO_2]	Volume [m^3]	[kg CO_2 / m^3]
Villa Singola	-7841,49	950	-8,25
Casa BN	-9862,66	850	-11,60

Demolizione / Demolition

Caso studio	Demolizione [kg CO_2]	Volume [m^3]	[kg CO_2 / m^3]
Villa Singola	663,42	950	0,69
Casa BN	701,79	850	0,83

Sfrido / Waste

Caso studio	Sfrido [kg CO_2]	Volume [m^3]	[kg CO_2 / m^3]
Villa Singola	440,02	950	0,47
Casa BN	601,11	850	0,71

Trasporto / Transport

Caso studio	Trasporto [kg CO_2]	Volume [m^3]	[kg CO_2 / m^3]
Villa Singola	321,35	950	0,34
Casa BN	346,96	850	0,41

Trasformazione/ Trattamento / Transformation/ Treatment

Caso studio	Trasf/Tratt [kg CO_2]	Volume [m^3]	[kg CO_2 / m^3]
Villa Singola	134,62	950	0,15
Casa BN	229,88	850	0,27

Stoccaggio / Storage

Caso studio	Stoccaggio [kg CO_2]	Volume [m^3]	[kg CO_2 / m^3]
Villa Singola	-9400,9	950	-9,89
Casa BN	-11742,4	850	-13,81

L'analisi valuta la capacità di opere edilizie, componenti e materiali di essere smontati e reintrodotti nel ciclo produttivo, favorendo la sostenibilità tra fine vita e nuova produzione.

È stata condotta tramite il Metodo sperimentale integrato e il Metodo UNI (11277:2008), confrontando i risultati ottenuti in termini di punteggi LID, espressi in percentuale, per entrambi i casi studio. Identificate le unità tecnologiche di ciascun caso studio, e valutate le emissioni di CO2 durante l'intero ciclo di vita finale dei due casi studio scelti, è stata eseguita un'analisi del livello di disassemblabilità di ogni materiale predominante e di ciascuna unità tecnologica.

The analysis evaluates the ability of building works, components and materials to be dismantled and reintroduced into the production cycle, promoting sustainability between end of life and new production. It was conducted using the Integrated Experimental Method and the UNI Method (11277:2008), comparing the results obtained in terms of LID scores, expressed as a percentage, for both case studies.Once the technological units of each case study were identified, and the CO2 emissions during the entire final life cycle of the two chosen case studies were assessed, an analysis of the level of disassemblability of each predominant material and of each technological unit was performed.

Grafico "A"

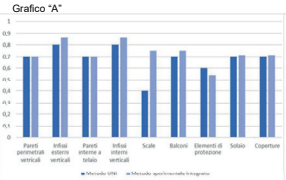
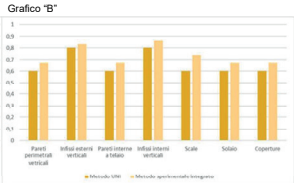


Grafico "B"



Dal Grafico "A" emergono tre scenari di confronto tra il metodo sperimentale integrato e il metodo UNI per il calcolo dei punteggi LID: il metodo sperimentale integrato può fornire punteggi superiori, inferiori o uguali rispetto a quelli del metodo UNI. Gli elementi di protezione risultano l'unico caso in cui il metodo UNI assegna un punteggio LID maggiore, poiché non considera la fragilità degli elementi, come il vetro, durante il disassemblaggio. Le scale, invece, ottengono un punteggio significativamente superiore con il metodo sperimentale integrato, grazie alla valutazione di fattori come il basso rischio di danneggiamento durante il trasporto e le limitate modifiche necessarie in officina. Le pareti perimetrali e interne a telaio presentano punteggi identici con entrambi i metodi, mentre gli altri elementi tecnici (infissi, balconi, solai e coperture) mostrano punteggi comparabili, con una differenza media di circa il 10% a favore del metodo sperimentale integrato. Dal Grafico "B" si conferma che tutti gli elementi tecnici ottengono punteggi più alti utilizzando il metodo sperimentale

VILLA SINGOLA

Elemento tecnico	LID – metodo UNI	LID- metodo sperimentale integrato
Pareti perimetrali verticali	0,70	0,70
Infissi esterni verticali	0,80	0,86
Pareti interne a telaio	0,7	0,70
Infissi interni verticali	0,8	0,86
Scale	0,4	0,75
Balconi	0,7	0,75
Elementi di protezione	0,6	0,54
Solaio	0,7	0,71
Copertura	0,7	0,71

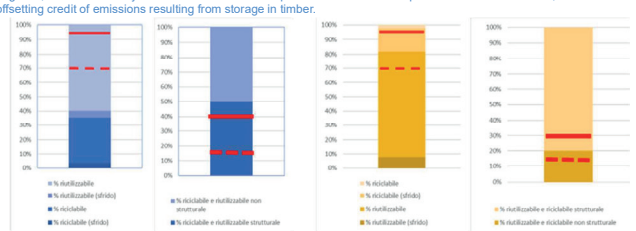
CASA BN

Elemento tecnico	LID – metodo UNI	LID- metodo sperimentale integrato
Pareti perimetrali verticali	0,60	0,67
Infissi esterni verticali	0,80	0,83
Pareti interne in XLAM	0,60	0,67
Infissi interni verticali	0,80	0,86
Scale	0,60	0,74
Solaio	0,60	0,67
Copertura	0,60	0,67

Graph "A" shows three comparison scenarios between the integrated experimental method and the UNI method for calculating the LID scores: the integrated experimental method can provide scores higher, lower or equal to those of the UNI method. The protection elements are the only case in which the UNI method assigns a higher LID score, since it does not consider the fragility of the elements, such as glass, during disassembly. The stairs, on the other hand, obtain a significantly higher score with the integrated experimental method, thanks to the evaluation of factors such as the low risk of damage during transport and the limited modifications required in the workshop. The perimeter and internal frame walls show identical scores with both methods, while the other technical elements (windows, balconies, floors and roofs) show comparable scores, with an average difference of about 10% in favor of the integrated experimental method. Graph "B" confirms that all the technical elements obtain higher scores using the experimental method.

L'ultima fase è la stima di generi e quantità di rifiuti e la verifica del criterio di "disassemblabilità" (decreto CAM- DM 23/06/2022). Con riferimento alla fase di fine vita di un organismo edilizio, come visto, risulta di particolare interesse il criterio di "disassemblabilità" del DM 11/10/2017: "Almeno in il 50% in peso dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati, escludendo gli impianti, dev'essere sottoponibile, a fine vita, a demolizione selettiva ed essere riciclabile o riutilizzabile. Di tale percentuale, almeno il 15% dev'essere costituito da materiali non strutturali." Per verificare il raggiungimento dell'obbiettivo fissato, per entrambi i casi studio, ci si è serviti della stima dei generi e quantità di rifiuti prodotti durante l'intero processo di disassemblaggio e demolizione selettiva. Come si può notare dai grafici sopra riportati, entrambi i casi studio superano le due soglie stabilite dal Decreto Ministeriale. Come già evidenziato, in entrambi i casi studio, sia per il sistema costruttivo a telaio che per il sistema Xlam, il bilancio finale di CO2 è negativo; il processo di disassemblaggio e demolizione selettiva si è quindi svolto a zero emissioni, grazie al credito compensativo di emissioni derivante dallo stoccaggio nel legno.

The last phase is the estimate of types and quantities of waste and the verification of the "disassemblability" criterion (CAM decree - Ministerial Decree 23/06/2022). With reference to the end-of-life phase of a building organism, as seen, the "disassemblability" criterion of the Ministerial Decree 11/10/2017 is of particular interest: "At least 50% by weight of the building components and prefabricated elements, excluding the systems, must be subject, at the end of their life, to selective demolition and be recyclable or reusable. Of this percentage, at least 15% must consist of non-structural materials." To verify the achievement of the established objective, for both case studies, we used the estimate of the types and quantities of waste produced during the entire disassembly and selective demolition process. As can be seen from the graphs above, both case studies exceed the two thresholds established by the Ministerial Decree.As already highlighted, in both case studies, both for the frame construction system and for the CLT system, the final CO2 balance is negative; the disassembly and selective demolition process therefore took place with zero emissions, thanks to the offsetting credit of emissions resulting from storage in timber.



BREATHE BRICKS. LADRILLOS QUE ABSORBEN CO2

BREATHE BRICKS, CO2 ABSORBING BRICKS

Pablo Palmero Sánchez
Departament Architecturals Constructions; Architect. Assistant Professor. Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia. E-mail: pablo.palmero@hotmail.com
Aurora Martinez Corral
Departament Architecturals Constructions; Assistant Professor; ETS Ingeniería de la edificación. Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia. E-mail: aumarcor@csa.upv.es
José Miguel Molines Cano
Departament Architecturals Constructions; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia. Doctoral Assistant, PhD UPV. E-mail:jomoca@upv.es
Javier Hidalgo Mora
Departament Architecturals Constructions; Architect. Assistant Professor. Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia. E-mail: jahimo@csa.upv.es
Jordi Romero Miquel
Departament Architecturals Constructions. Chemical Engineer. Assistant Professor. Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia. E-mail: fmjromero@gmail.com

Abstract

Large urban cities are grappling with significant population growth, contributing to 70% of global carbon emissions. The construction industry further exacerbates this issue, consuming up to 50% of natural resources, using 40% of global energy, and generating 50% of total waste. But what if buildings could actively help filter air pollution? This idea inspired Carmen Trudell to develop the innovative Breathe Brick system.

This system introduces a groundbreaking functionality to building façades, enhancing indoor air quality through a cyclone-based filtration mechanism. This system efficiently separates heavy particles from the air and stores them in a removable container for disposal. The Breathe Bricks form the outermost layer of a ventilated façade, complemented by an inner layer of conventional masonry with standard insulation. Between these layers, an intermediate air gap facilitates the flow of filtered air into the building. The blocks feature an exposed, faceted design optimized to channel airflow inward, combining functionality with sustainability.

Keywords
Brick, CO_2 emission, Air, Energy efficiency, Prototype, Sustainability.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

BREATHE BRICKS. LADRILLOS QUE ABSORBEN CO2
BREATHE BRICKS. CO2 ABSORBING BRICKS

Palmero Sánchez P.[1]; Aurora Martínez Corral A. [1]; Molines Cano J. [1]; Hidalgo Mora J. [1] ;Romero Miquel J. [1]
Dpto. Construcciones Arquitectónicas [1];Universitat Politècnica de València [1] ; ETSIE Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación[1]

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los grandes núcleos urbanos enfrentan un significativo crecimiento demográfico. Estas ciudades son responsables del 70% de las emisiones de carbono a nivel mundial. Por su parte, el sector de la construcción consume hasta el 50% de los recursos naturales, utiliza el 40% de la energía y genera el 50% de los residuos totales. ¿Y si los edificios asumieran un rol más activo en la filtración de la contaminación atmosférica? Este planteamiento inspiró la creación de **Breathe Brick**, desarrollado por **Carmen Trudell**.



Imagen 1/ Image 1 Vista aérea Kuala Lumpur. Aerial view of Kuala Lumpur.

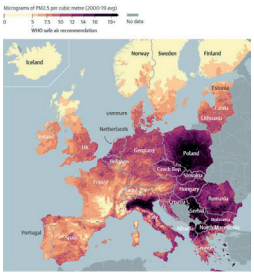


Imagen 2/ Image 2 Mapa calidad del aire en Europa. Air quality map for Europe.

INTRODUCTION

Today, large urban cities are facing significant population growth. These cities are responsible for 70% of global carbon emissions. The construction sector consumes up to 50% of natural resources, uses 40% of energy and generates 50% of total waste. What if buildings took a more active role in filtering air pollution? This approach inspired the creation of **Breathe Brick**, developed by **Carmen Trudell.**

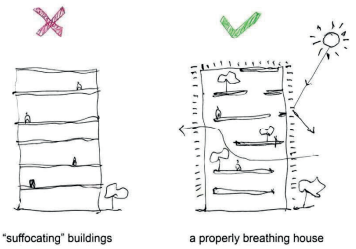


Imagen 3 / Image 3 Sección Casa Breathing House H&P Architects. Section Properly Breathing House H&P Architects

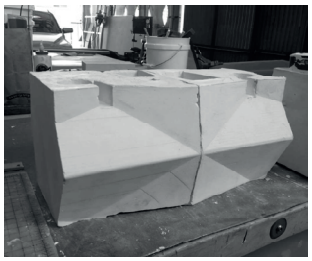


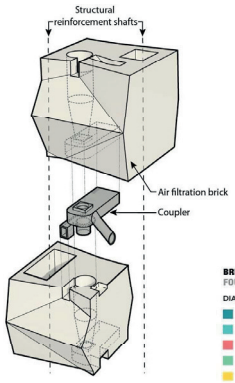
Imagen 4 / Image 4 Módulo prototipo Breath Brick. Breath Brick prototype module.

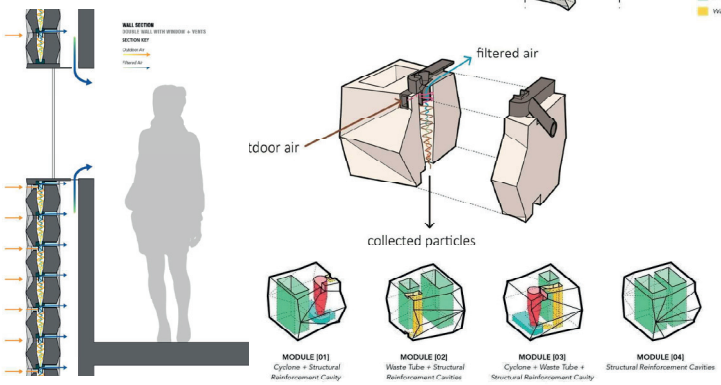
LA CONSTRUCCIÓN QUE PURIFICA EL AIRE EXTERIOR

Este innovador sistema añade una nueva funcionalidad a las fachadas al mejorar la calidad del aire en los espacios interiores. Lo logra mediante un mecanismo de filtración tipo ciclón, capaz de separar las partículas pesadas presentes en el aire y almacenarlas en un recipiente desmontable para su posterior eliminación.

Los Breathe Bricks conforman la capa exterior de la fachada ventilada, que incluye una segunda capa de fábrica tradicional con aislamiento estándar en su parte interior. Entre ambas capas, una cámara de aire intermedia permite que el aire, una vez filtrado, fluya hacia el interior. El diseño del bloque incluye una cara vista con una geometría facetada, optimizada para dirigir el flujo de aire hacia el interior de la pieza.

Dispone de dos huecos verticales, uno para permitir el paso de la estructura metálica de refuerzo, y otro continuo por donde caen las partículas filtradas, que se recogerán en un depósito situado en la parte baja de la envolvente. Un aplique de plástico reciclado sirve para el acople de las piezas.





THE BUILDING THAT PURIFIES OUTDOOR AIR

This innovative system adds a new functionality to façades by improving indoor air quality. It achieves this by means of a cyclone-type filtration mechanism, capable of separating the heavy particles present in the air and storing them in a removable container for later disposal.

Breathe Bricks form the outer layer of the ventilated façade, which includes a second layer of traditional masonry with standard insulation on the inside. Between the two layers, an intermediate air gap allows filtered air to flow inwards. The block design includes an exposed face with a faceted geometry, optimized to direct the airflow inwards.

It has two vertical openings, one to allow the metal reinforcement structure to pass through, and the other as a continuous chimney through which the filtered particles fall, to be collected in a tank located in the lower part of the enclosure. A recycled plastic applique is used to connect the parts.

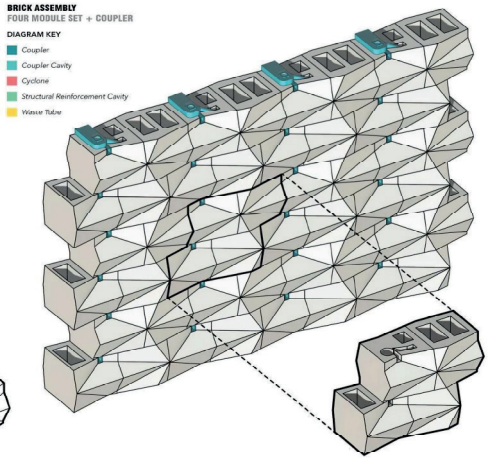


Imagen 5/ Image 5 Explicación de los elementos del sistema de filtración. Explanation of the elements of the filtration system
Imagen 6/ Image 6 Detalle de sección de fachada sistema Breathe Bricks. Detail of façade section Breathe Bricks system.
Imagen 7/ Image 7 Proceso del filtrado de aire contaminado. Process of filtering contaminated air.
Imagen 8/ Image 8 Explicación diferentes módulos del sistema. Explanation of different modules of the system.
Imagen 9/ Image 9 Perspectiva y desarrollo de construcción. Perspective and construction development.



VENTAJAS Y LIMITACIONES DEL SISTEMA

Ventajas:

- Filtración eficiente: Filtra hasta un 30% de partículas finas y el 100% de partículas gruesas.
- Bajo coste de fabricación: Es una solución relativamente económica, lo que lo convierte en una opción viable para países en desarrollo donde la sostenibilidad y las normativas ambientales no son una prioridad.
- Eficiencia energética: Opera sin necesidad de electricidad, integrándose como parte del sistema de ventilación del edificio. Ofrece buenos resultados gracias a los diferenciales de presión y temperatura.
- Compatibilidad: Puede funcionar tanto con sistemas de ventilación mecánica como pasiva. El aire filtrado se distribuye al interior del edificio a través de equipos mecánicos o mediante respiraderos impulsados por mecanismos pasivos.
- Material innovador: Su fabricación utiliza poliestireno expandido (EPS) como sustituto de la arena, lo que lo hace más ligero y sostenible.

Limitaciones:

- Capacidad estructural: Debido a que la patente aún está en desarrollo, su resistencia actual está limitada a edificaciones de un máximo de dos alturas

ADVANTAGES AND LIMITATIONS OF THE SYSTEM

Advantages:

- Efficient filtration: Filters up to 30% of fine particles and 100% of coarse particles.
- Low manufacturing cost: It is a relatively inexpensive solution, making it a viable option for developing countries where sustainability and environmental regulations are not a priority.
- Energy efficient: It operates without the need for electricity, being integrated as part of the building's ventilation system. It delivers good results thanks to pressure and temperature differentials.
- Compatibility: It can work with both mechanical and passive ventilation systems. The filtered air is distributed to the interior of the building through mechanical equipment or through vents driven by passive mechanisms.
- Innovative material: Its manufacture uses expanded polystyrene (EPS) as a substitute for sand, making it lighter and more sustainable.

Limitations:

- Structural capacity: Because the patent is still under development, its current strength is limited to buildings of a maximum of two floors.

CONCLUSIONES

La inclusión de este tipo de materiales en la construcción actual no se centra únicamente en reducir las emisiones de un edificio, sino haciendo que éste colabore en mejorar la calidad del aire que respiramos en su interior, reduciendo la contaminación ambiental. Ello, sumado a que se trata de un sistema que puede aplicarse a los sistemas de fachada tradicionales, los bajos costes de fabricación y su rápida ejecución permite un uso generalizado del mismo.

CONCLUSIONS

The inclusion of this type of material in today's construction is not only focused on reducing the emissions of a building, but also making it contribute to improving the quality of the air we breathe inside it, reducing environmental pollution. This, together with the fact that it is a system that can be applied to traditional façade systems, the low manufacturing costs and its rapid construction allows for its widespread use.

Bibliografía / Bibliography Natalia Yunis. "Este innovador ladrillo aspira la polución del aire" 19/10/2015. ArchDaily en Español. https://www.archdaily.cl/cl/775575/este-innovador-ladrillo-aspira-la-polucion-del-aire ISSN 0719-8914; Mercedes Galiana "Breathe Bricks, bloques de hormigón visto que purifican el aire exterior" 23/04/2018 https://arquitecturayempresa.es/noticia/breathe-bricks-bloques-de-hormigon-visto-que-purifican-el-aire-exterior . Arquitectura y Empresa. Courtney Humpires. "Breathe Brick" 07/08/2015" https://www.architectmagazine.com/awards/r-d-awards/citation-breathe-brick_o. Architecture Magazine. Fotografías de la empresa responsable del diseño: http://www.bo-th.com/. MapaDatos: Expanse Project. Mapa: The Guardian. Dilmi DZ Abeysekera "Breathe bricks for sustainable and energy efficient housing"_25/05/2020 https://ieslyms.blogspot.com/2020/05/

ALTA TECNOLOGÍA PARA INTERVENIR SOBRE EL SOL. VIDRIOS DE CONTROL SOLAR.

HIGH TECHNOLOGY TO INTERVENE ON THE SUN. SOLAR CONTROL GLASS.

Pablo Palmero Sánchez
Architect. Assistant Professor Departament Architecturals Constructions; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia. E-mail: pablo.palmero@hotmail.com
Alejandro García Izquierdo
Technical Architect

Abstract

The European Union has set an ambitious target to achieve at least a 55% reduction in net greenhouse gas emissions by 2030 compared to 1990 levels. To meet this goal, improving the efficiency of air conditioning systems is essential. Solar control glazing plays a key role in this effort by blocking solar radiation, which lowers indoor temperatures and promotes more sustainable, energy-efficient building practices while reducing operational costs.

In Mediterranean climates, solar radiation is one of the most critical factors affecting indoor energy efficiency. Overheating pushes indoor temperatures beyond the comfort range, significantly increasing energy consumption. Solar control glazing addresses this challenge through the application of invisible layers of advanced composite materials, such as noble metal oxides, to the glass surfaces. This innovative system has a dual function: it permits sunlight to enter while blocking the heat, optimizing energy efficiency and indoor comfort.

Keywords
Solar, Glass, Thermal Gain, UV Radiation, CO_2 emission, Sustainability.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

ALTA TECNOLOGÍA PARA INTERVENIR SOBRE EL SOL. VIDRIOS DE CONTROL SOLAR.
HIGH TECHNOLOGY TO INTERVENE ON THE SUN. SOLAR CONTROL GLASS.

Palmero Sánchez P.[1]; García Izquierdo, A.[2]
Universitat Politècnica de València [1]; Cr.CO Edificación [2]

INTRODUCCIÓN

La Unión Europea ha asumido para el año 2030 un objetivo de, al menos, un 55% menos de emisiones netas de gases de efecto invernadero en comparación con 1990. Por ello, se considera necesario reducir estos niveles aumentando la eficiencia de los sistemas de climatización. En este punto, los vidrios de control solar juegan un papel relevante debido al bloqueo de la radiación solar, reduciendo así la temperatura interior de los edificios, produciendo una construcción más sostenible, eficiente y con menores costes de operación.



Imagen 1/ Image 1 Acuerdo Europeo países reducción CO2. European CO2 reduction agreement.



Imagen 2/ Image 2 Exterior fachada Reichstag Berlin, Norman Foster. Exterior façade Reichstag Berlin, Norman Foster.



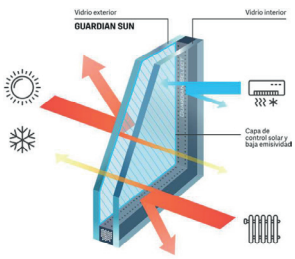
Imagen 3 / Image 3 Cubierta Vidrio control Solar por Buchan Group, Australia. Glass roof made by Buchan Group, Australia.

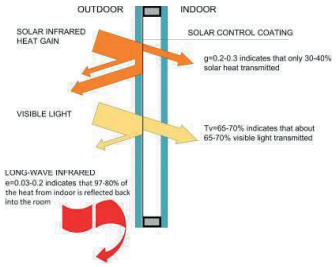


Imagen 4 / Image 4 Glass Cube Building Berlin por 3XN. Glass Cube Building Berlin by 3XN.

LA IMPORTANCIA DEL CONTROL SOLAR

En el clima mediterráneo, la radiación solar es casi el problema más importante dentro de los parámetros de eficiencia energética en el interior de la vivienda. El sobrecalentamiento nos desvía de la temperatura de confort y tiene un impacto muy fuerte en el consumo energético, especialmente en sistemas de climatización. El sistema se basa en la incorporación de capas invisibles de materiales especiales compuestos a base de óxidos de metales nobles en las caras de los vidrios. Esto hace que se produzca un doble efecto: permiten que la luz solar atraviese el vidrio pero, en cambio, impiden que entre el calor del sol. Dependiendo de la composición de la capa depositaba y del vidrio base utilizada se obtienen diferentes tonalidades de vidrio. Esto, combinando la posición de la capa, el espesor y el color del acristalamiento, hace que el abanico de posibilidades sea a la hora de configurar el vidrio sea inmensa , e incluso compleja.





Producto	Reflectancia solar	Absorción solar	Transmisión de luz visible	Valor U	GCS H
SGG COOL-LITE XTREME 50/22 II	48%	30%	22%	1,0 W/m2K	0,22
Pilkington Suncool™ Dinámico	23%	23%	53%	1,0 W/m2K	0,24
Protector solar SunGuard® SN 70/35	31%	28%	70%	1,0 W/m2K	0,35
AGC Stopray Vision-70T	38%	27%	70%	1,0 W/m2K	0,28
Control solar neutro Euroglas 70/35	35%	31%	70%	1,0 W/m2K	0,35

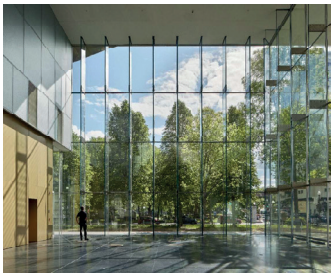
Imagen 5 / Image 5. Esquema funcionamiento vidrio control solar. Diagram of solar control glass operation.
Imagen 6 / Image 6. Simulación de porcentajes de trasmisión en este sistema. Simulación de porcentajes de trasmisión en este sistema.
Imagen 7 / Image 7. Tabla comparativa de vidrios de control solar entre diferentes fabricantes. Comparison table of solar control glass between different manufacturers

INTRODUCTION

The European Union has set a target of at least 55% lower net greenhouse gas emissions by 2030 compared to 1990. It is therefore considered necessary to reduce these levels by increasing the efficiency of air conditioning systems. Here, solar control glazing plays an important role by blocking solar radiation, thus reducing the interior temperature of buildings, resulting in more sustainable, efficient construction and lower operating costs.

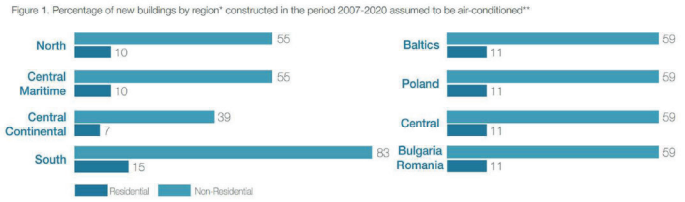
THE IMPORTANCE OF SOLAR CONTROL

In the Mediterranean climate, solar radiation is almost the most important issue within the parameters of indoor energy efficiency. Overheating deviates us from the comfort temperature and has a very strong impact on energy consumption. The system is based on the incorporation of invisible layers of special composite materials based on noble metal oxides on the faces of the glass. This has a double effect: it allows sunlight to pass through the glass, but prevents the sun's heat from entering. Depending on the composition of the deposited layer and the base glass used, different shades of glass are obtained. This, combined with the position of the coating, the thickness and the color of the glazing, means that the range of possibilities for glass design is immense and even complex.



Característica	Vidrio de control solar	Vidrio normal
Reflectancia solar	Alto	Bajo
Absorción solar	Bajo	Alto
Transmisión de luz visible	Moderado	Alto
Valor U	Bajo	Moderado
GCSH	Bajo	Alto

Imagen 8 / Image 8. Museo Bellas Artes por OMA, Quebec. Museum of Fine Arts by OMA, Quebec.
Imagen 9 / Image 9. Tabla comparativa de vidrio control solar y vidrio estándar. Comparison table of solar control glass and standard glass
Imagen 10 / Image 10. Porcentaje de nuevos edificios europeos con climatización. Percentage of new European buildings with air-conditioning.



VENTAJAS PRINCIPALES DE SU IMPLANTACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN

- **Reducción de la Ganancia Térmica Solar:** Gracias a recubrimientos especializados como óxidos metálicos o capas de baja emisividad (Low-E), estas ventanas minimizan la transferencia de radiación infrarroja al interior, disminuyendo significativamente la carga térmica en climas cálidos y una mayor retención de calor en climas fríos
- **Mejora del Confort Térmico y Visual** Se evita la formación de puntos calientes o fríos cerca de las aberturas. Mediante la reducción del deslumbramiento solar, estas ventanas mejoran las condiciones visuales en interiores sin comprometer el acceso a la luz natural.
- **Protección Contra la Radiación Ultravioleta (UV):** Los recubrimientos avanzados bloquean hasta el 99% de los rayos ultravioleta, lo que favorece la protección de elementos interiores. También reduce el riesgo de exposición prolongada a radiación UV en ocupantes.
- **Reducción de Emisiones de CO_2 y fabricación responsable:** Este sistema contribuye a la reducción de la huella de carbono de los edificios. Algunos de estos vidrios se producen utilizando materiales reciclables y procesos que demandan menor energía, alineándose con principios de construcción sostenible.

Conclusiones

El uso de la tecnología aplicada a vidrios de control solar supone un gran paso hacia el ahorro energético y la reducción de CO_2. La investigación en el desarrollo de materiales reciclables y procesos de fabricación más ecológicos supone llegar a reducir costos de fabricación y mejorar la durabilidad de las carpinterías exteriores convencionales. Dada su importancia, se debería desarrollar la implementación y adaptación de este sistema en las necesidades de diferentes las regiones climáticas existentes para conseguir un sistema versátil y global.

MAIN ADVANTAGES OF THEIR IMPLEMENTATION IN CONSTRUCTION

- Reduced Solar Thermal Gain: Thanks to specialised coatings such as metal oxides or low emissivity (Low-E) coatings, these windows minimize the transfer of infrared radiation to the interior, significantly reducing the thermal load in hot climates and increasing heat retention in cold climates.
- Improved Thermal and Visual Comfort Hot or cold spots near the openings are prevented. By reducing solar glare, these windows improve indoor visual conditions without compromising access to natural light.
- Ultraviolet (UV) Radiation Protection: Advanced coatings block up to 99% of ultraviolet rays, which helps protect interior elements. It also reduces the risk of prolonged exposure of occupants to UV radiation.
- CO_2 emission reduction and responsible manufacturing: This system contributes to the reduction of the carbon footprint of buildings. Some of this glass is produced using recyclable materials and processes that demand less energy, aligning with sustainable building principles.

Conclusions

The use of technology applied to solar control glazing is a major step towards energy savings and CO_2 reduction. Research into the development of recyclable materials and more environmentally friendly manufacturing processes will reduce manufacturing costs and improve the durability of conventional exterior glazing. Given its importance, the implementation and adaptation of this system to the needs of different climatic regions should be developed in order to achieve a versatile and global system.

Bibliografía / Bibliography Texto Agenda 2030 https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico (2021); Imagen 1 y texto https://www.eseficiencia.es (2022); Imagen 2,3,4,8 https://www.archdaily.cl; Alejandro García, Texto y reflexiones https://crcoedificacion.com (2012); Imagen 9 y reflexiones https://glassforum.org/understanding-solar-control-glass (2024); textos y reflexiones Promateriales PM-118 (2018) ISSN: 1888-8410; Texto e imagen 10 "Solar Control Glass for Greater Energy Efficiency" www.glassforeurope.com ; Imagen 6 y reflexiones, Francesca Stazi PHD https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816921-6.00001-9 ISBN 978-0-12-816921-6(2019)

LA LUZ COMO CONCEPTO PRINCIPAL DE LA IGLESIA DEL MONASTERIO BENEDICTINO - ARQUITECTURA MODERNA EN CHILE

LIGHT AS PRINCIPAL CONCEPT IN BENEDICTINE MONASTERY CHURCH. MODERN ARCHITECTURE IN CHILE

Suzanne Sigeur
Doctoral School; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia
Senior Lecturer, PhD UPV. E-mail:susevil1@doctor.upv.es
Luis Manuel Palmero Iglesias
Researcher and professor in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València, Building Engineer, Master in Concrete Engineering, PhD by the UPV and Università of Florence, Italy.Dr.h.C. by Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture. E-mail:lpalmero@csa.upv.es
Graziella Bernardo
Researcher and professor in Architectural Engineering at the Department for Humanistic, Scientific, and Social Innovation.Dipartimento per l'Innovazione Umanistica, Scientifica e Sociale - D.I.U.S.S.Università degli Studi della Basilicata, Matera, Italia. Emai: graziella.bernardo@unibas.it
Natalia Caicedo
Departamento de Planificación y Ordenación Territorial. Universidad Tecnológica Metropolitana,4. Santiago de Chile, Chile. Email: ncaicedo@utem.cl

Abstract

The Light has been a key element in the architecture of the Church of the Benedictine Monastery, Martín Correa and Gabriel Guarda; where this resource shapes the architectural project, creating spaces of recollection that highlight different liturgical acts throughout the day. The work proposes the study of natural light as a manager of the form and liturgical acts in the design of the Church of the Benedictine Monastery, considering the development of some of its contemplative moments in the route of the work, access ramp, High Altar, Altar of the Virgin and Chapel of the Blessed Sacrament.

Keywords
Natural light, architectural resource, Benedictine Monastery, modern religious architecture

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

LA LUZ COMO CONCEPTO PRINCIPAL DE LA IGLESIA DEL MONASTERIO BENEDICTINO - ARQUITECTURA MODERNA EN CHILE

LIGHT AS PRINCIPAL CONCEPT IN BENEDICTINE MONASTERY CHURCH. MODERN ARCHITECTURE IN CHILE

Suzanne Segeur [1,2]
E. Doctorado[1] **/ D. Construcciones Arquitectónicas** [2] **/ UPV** [3]

Luis Palmero [2,3]
D. Construcciones Arquitectónicas[1] **/ UPV** [2]

Graziella Bernardo [4]
D.I.U.S.S./ University of Basilicata [3]

Natalia Caicedo [5]
Departamento PYOT / UTEM [4]

INTRODUCCIÓN

La luz, ha sido un elemento clave en la arquitectura de la Iglesia del Monasterio Benedictino, de Martín Correa y Gabriel Guarda; en él, este recurso da forma al proyecto arquitectónico creando espacios de recogimiento, que destacan distintos actos litúrgicos a lo largo de la jornada.
El trabajo plantea el estudio de la luz natural como gestora de la forma y de los actos litúrgicos en el diseño de la Iglesia del Monasterio Benedictino, considerando el desarrollo de algunos de sus momentos contemplativos en el recorrido de la obra, Rampa de acceso, Altar Mayor, Altar de la Virgen y Capilla del Santísimo.

INTRODUCTION

Light has been a key element in the architecture of the Church of the Benedictine Monastery, Martín Correa and Gabriel Guarda; where this resource shapes the architectural project, creating spaces of recollection that highlight different liturgical acts throughout the day. The work proposes the study of natural light as a manager of the form and liturgical acts in the design of the Church of the Benedictine Monastery, considering the development of some of its contemplative moments in the route of the work, access ramp, High Altar, Altar of the Virgin and Chapel of the Blessed Sacrament.







Fig. 1 y 2 Vista general del Monasterio y Altar Mayor. Arquitectos M. Correa y G. Guarda, Archivo Monumentos Nacionales. Fig 3 Altar Mayor Fotografías S. Segeur
Fig. 1 y 2 General view of the Monastery, and High Altar. Architecs M. Correa and G. Guarda. Archivo Monumentos Nacionales. Fig 3 , High Altar Photographs S. Segeur

ALTAR MAYOR

El altar principal nace como punto de convergencia de dos volúmenes cúbicos que representan el concepto de reunión entre los fieles y monjes. La intersección formal es interrumpida por el quiebre de los planos verticales en las aristas laterales, punto en donde el ingreso de la luz crea un espacio para el desarrollo del acto contemplativo de la eucaristía.

ALTAR DE LA VIRGEN

El segundo momento contemplativo es el altar de la virgen, creado a partir de los vértices de uno de los cubos y la plataforma de acceso. Este, es el punto focal tanto en el acceso de los fieles como del coro de los monjes. El quiebre de los dos planos que constituyen el nicho permiten el acceso de la luz que disminuye al acercarse al centro. Esta operación tensiona la visión del observador direccionándola hacia el centro de la escultura.

RAMPA DE ACCESO

En el costado izquierdo el muro se perfora horizontalmente en dirección Sur – Oeste, desplazando uno de los planos hacia el exterior dejando que la luz ingrese y se refleje en los muros blancos. La geometría curva del muro de acceso contrasta con el eje longitudinal de la rampa, la iluminación inferior refuerza el acto de guiar al visitante al Altar de la Virgen.

MAIN ALTAR

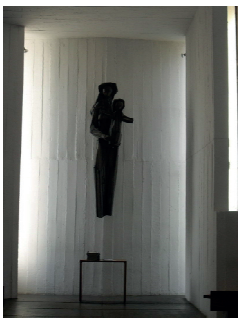
The main altar is born as a point of convergence of two cubic volumes representing the concept of the meeting between the faithful and the monks. The formal intersection is interrupted by the break of the vertical planes at the lateral edges, a point where the entrance of light creates a space for the development of the contemplative act of the Eucharist.

ALTAR OF THE VIRGIN

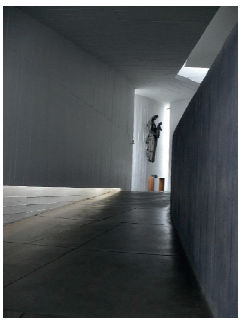
The second contemplative moment is the altar of the virgin, created from the vertices of one of the cubes and the access platform. This place is the focal point for the faithful and the monks' choir access. The break of the two planes that constitute the niche allows the access of light that diminishes as it approaches the center. This operation tensions the observer's vision by directing it towards the sculpture's center.

ACCESS RAMP

On the left side, the wall is perforated horizontally in a southwest direction, displacing one of the planes towards the outside, allowing the light to enter and reflect on the white walls. The curved geometry of the access wall contrasts with the longitudinal axis of the ramp, and the lower lighting reinforces the act of guiding the visitor to the Altar of the Virgin.







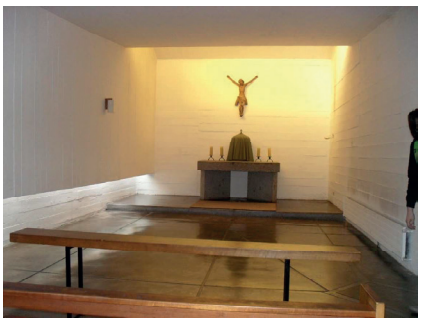


Fig. 4 Altar de la Virgen – Fig 5 y 6 Rampa de Acceso - Fig 7 Capilla del Santísimo Fotografías S. Segeur
Fig. 4 Altar of the Virgin - Fig 5 and 6 Acces Ramp - Fig 7 Chapel of the Most Holy Sacrament Photographs S. Segeur

CAPILLA DEL SANTÍSIMO

El volumen paralelepípedo que da origen a la Capilla del Santísimo se ubica como continuación del espacio de los fieles y paralelo al cuerpo del Altar Mayor. La iluminación se origina en dos lucernarios, uno de ellos ilumina el altar, destacando la mesa del tabernáculo y la imagen principal de la capilla, su color amarillo le da una identidad única al espacio. Un segundo lucernario ilumina el espacio longitudinalmente, la luz se hace presente mediante el reflejo en los planos del cerramiento lateral.

CONCLUSIONES

El espacio creado en cada uno de los actos de la Iglesia se caracteriza por dos conceptos que se complementan la geometría y la luz. Los cuerpos del proyecto se intersecan en sus aristas punto en donde la luz es canalizada al interior del espacio con distintas intensidades y se refleja en los planos sobre las paredes blancas de la Iglesia. La iluminación perimetral crea espacios contemplativos que llaman a la oración y la reflexión, pero que a la vez, destaca tanto el punto focal como la forma en que espera que el observador se acerque a él.

CHAPEL OF THE MOST HOLY SACRAMENT

The parallelepiped volume that gives origin to the Chapel of the Holy Sacrament is a continuation of the space for the faithful and parallel to the body of the High Altar. The illumination originates in two skylights, one of which illuminates the altar, highlighting the tabernacle table and the main image of the chapel; its yellow color gives a unique identity to the space. A second skylight illuminates the space longitudinally, and the light is present through reflection on the lateral enclosure planes.

CONCLUSIONS

The space created in each of the acts of the church is characterized by two concepts that complement each other: geometry and light. The bodies of the project intersect at their edges, where light is channeled into the interior of the space with different intensities and is reflected in the planes on the church's white walls. The perimeter lighting creates contemplative spaces that call for prayer and reflection but simultaneously highlight both the focal point and the way the observer is expected to approach it.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

LA RIVALUTAZIONE DELLE OPERE D'ARTE CONTEMPORANEE NEL PAESAGGIO CHE LE OSPITA: LA FIUMARA D'ARTE NEL PARCO NATURALE DEI NEBRODI

THE REVALUATION OF THE CONTEMPORARY ART IN THE LANDSCAPE THAT HOSTS THEM: THE FIUMARA D'ARTE CASE IN THE NEBRODI NATURAL PARK

Giuseppe Angileri[1], Marina Arena[1], Luis Palmero Iglesias[2]
Dipartimento D'Ingegneria / Università degli studi di Messina; Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación, Universitat Politècnicade València[2]



La Fiumara d'Arte: un approccio multidisciplinare

Il Progetto FISR, attuato dal Dipartimento di Civiltà Antiche e Moderne dell'Università di Messina ha avuto l'obbiettivo di creare un gruppo di ricerca multidisciplinare, capace di coniugare le conoscenze di tecnici e umanisti per permettere di confrontarsi con temi diversi tra loro, ma legati dalla volontà comune di avviare un processo di valorizzazione del patrimonio tangibile e intangibile del territorio. Data la multidisciplinarità dei soggetti coinvolti i singoli temi sono stati inseriti in un ampio campo di ricerca che ha spaziato dalla caratterizzazione digitale dell'arte contemporanea all'implementazione di sistemi innovativi di Realtà Aumentata fino allo studio delle dinamiche sociali che stanno alla base dei processi di rifunzionalizzazione del patrimonio culturale; tutti i soggetti coinvolti si sono concentrati su un lavoro di gruppo finalizzato al riconoscimento di un problema o di una necessità per proporre una soluzione che possa ritenersi completa dal punto di vista sia tecnico sia umanistico, creando un meccanismo in grado di studiare i bisogni di un sistema e di sviluppare nuove idee attraverso l'uso delle più moderne tecnologie.

The Fiumara d'Arte: a multidisciplinary approach

The FISR Project, implemented by the Department of Ancient and Modern Civilizations of the University of Messina had the objective of creating a multidisciplinary research group, capable of combining the knowledge of technicians and humanists to allow for dealing with different themes, but linked by the common will to start a process of valorisation of the tangible and intangible heritage of the territory. Given the multidisciplinarity of the subjects involved, the single themes have been included in a broad field of research which has ranged from the digital characterization of contemporary art to the implementation of innovative systems of Augmented Reality up to the study of the social dynamics which underlie the processes of re-functionalization of the cultural heritage; all the subjects involved concentrated on group work aimed at recognizing a problem or a need to propose a solution that can be considered complete from both a technical and humanistic point of view, creating a mechanism capable of studying the needs of a system and to develop new ideas through the use of the most modern technologies.



Fig. 1. Foto aerea dell'opera Labirinto di Arianna
Fig. 1. Aerial photo of the Art Labirinto diArianna



Fig. 2. Foto aerea dell'opera Piramide - 38° parallelo
Fig. 2. Aerial photo of Art Piramide - 38th parallel

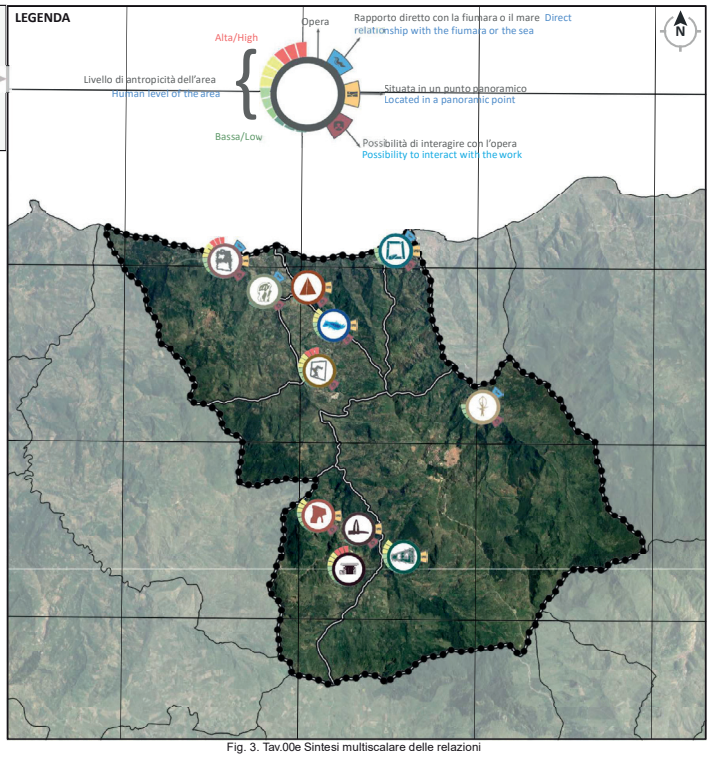


Fig. 3. Tav.00e Sintesi multiscalare delle relazioni
Fig. 3. Multiscalar synthesis of relations

L'analisi del territorio attraverso tecnologie digitali

Il contributo al percorso comune di apprendimento delle caratteristiche del parco "Fiumara d'Arte" si è concentrato su un'analisi urbanistica dell'area interessata, individuata nei limiti dei sei comuni in cui sorgono le opere d'arte, oggetto di analisi, utilizzando mezzi di riproposizione GIS, si è quindi proceduto a identificare i caratteri del paesaggio e le relazioni con le opere, attraverso l'utilizzo di specifici sistemi di riferimento utili alla definizione della loro lettura, proseguendo poi con la riproposizione dei dati critico-interpretativi in cui si sono individuati, per ogni opera, i valori caratteristici più significativi (Fig. 3.).
Col fine di creare contenuti utili sia all'analisi del territorio e sia allo sviluppo di materiale di supporto per un'esperienze di fruizione digitale delle opere, è stato portato avanti il processo di modellazione parametrica BIM e la realizzazione di modelli fotogrammetrici 3d (Fig. 4).

The analysis of the territory through digital technologies

The contribution to the common learning path of the characteristics of the "Fiumara d'Arte" park focused on an urban planning analysis of the area concerned, identified within the limits of the six municipalities in which the works of art, object of analysis, are located, using means of GIS reproposition, we then proceeded to identify the characters of the landscape and the relationships with the works, through the use of specific reference systems useful for defining their reading, then continuing with the reproposition of the critical-interpretative data in which the most significant characteristic values have been identified for each work (Fig. 3.). With the aim of creating useful contents both for the analysis of the territory and for the development of support material for an experience of digital use of the works, the BIM parametric modeling process was carried out and the creation of 3D photogrammetric models (Fig. 4).



Fig. 4. Tavola contenente le elaborazioni grafiche prodotte per l'opera "La materia poteva non esserci"
Image 1. Table containing the graphic elaborations produced for the art "La materia poteva non esserci"

Le installazioni prototipo progettate per la fruizione dell'opera Il Labirinto di Arianna

Tra i risultati conseguiti si è deciso di riportare quelli che hanno condotto alla realizzazione di due elementi di supporto e di sostegno all'esperienza in Realtà Aumentata, pensata per l'opera "Labirinto di Arianna", di Italo Lanfredini.
Il primo di questi è "Il Totem" una piccola architettura concepita compositivamente dall'arch. Simone Cardullo e personalmente curata dall'ing. Giuseppe Angileri nella progettazione esecutiva degli elementi strutturali e nei calcoli per il dimensionamento e affidata per la realizzazione alla ditta SiLegno con sede a Patti (ME) e insieme a un tecnico incaricato dalla ditta ci si è occupati della realizzazione e del trasporto in sito (Fig. 5). Il secondo elemento progettato e realizzato consiste in un impianto autonomo di illuminazione dell'albero posto al centro del Labirinto di Arianna e che rappresenta l'elemento di riconnessione con la natura all'interno dell'esperienza di Realtà Aumentata individuata per l'opera.

The prototype installations designed for the use of the work Il Labirinto di Arianna

Among the results achieved, it was decided to report those that led to the creation of two elements of support and support for the experience in Augmented Reality, designed for the work "Arianna's Labyrinth", by Italo Lanfredini. The first of these is "Il Totem" a small architecture conceived compositionally by the architect. Simone Cardullo and personally supervised by Eng. Giuseppe Angileri in the executive design of the structural elements and in the calculations for the sizing and entrusted for the construction to the SiLegno company based in Patti (ME) and together with a technician appointed by the company we took care of the construction and transport on site (Fig 5). The second element designed and built consists of an autonomous lighting system for the tree located in the center of Ariadne's Labyrinth and which represents the element of reconnection with nature within the Augmented Reality experience identified for the work.



Fig. 5. Incontro con Antonio Presti
Image 1. Meeting with Antonio Presti



Fig. 6. Il gruppo di ricerca al centro del Labirinto
Fig. 6. The research group at the center of the Labyrinth



Fig. 7. Fasi di verifica del Totem in Azienda
Fig. 7. Verification phases of the Totem in the Company

LA FACHADAS VERDES COMO RECURSO DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

GREEN FACADES AS A RESOURCE FOR ENERGY SAVING AND EFFICIENCY

Luis Manuel Palmero Iglesias
Associate Professor. School of Architecture; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, Spain. PhD from the Universitat Politècnica de València, PhD in international mention from the Facoltà di Architettura di Firenze, Building Engineer from the University of Castilla La Mancha, Degree in Fine Arts from the Universitat Politècnica de València, Specialist. E-mail: lpalmero@csa.upv.es
María Isabel Giner García
Associate Professor and researcher. School of Building Engineering; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, Spain.E-mail: magigar@csa.upv.es

Abstract

The façade is the object of special care in architectural design, it can be the only (only) part of the building perceived from the outside, so in many cases it is practically the only resource available to express or characterize the construction. Throughout history it has undergone a multitude of transformations due to its condition as a support for different architectural styles. However, the most profound changes have been the result of the evolution of construction techniques. Traditionally, the façade has been both the structure and the enclosure of the building, and therefore the ability to open openings to illuminate, ventilate, or have views of the outside has been limited. The contemporary façade, without necessarily being linked to structural conditions, attends to other approaches. Constructive and architectural, taking into account the regulatory, protection, thermal, acoustic requirements and with the inclusion in the design itself of materials of very different types and therefore of different responses to the general whole.

Keywords

Green walls, energy saving, sustainability, façades

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

FACHADAS VERDES COMO RECURSO DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA
GREEN FACADES AS A RESOURCE FOR ENERGY SAVING AND EFFICIENCY

Luis Manuel Palmero Iglesias [1,2,3] ; María Isabel Giner García [1,2,3]
Dpto. Construcciones Arquitectónicas· [1] Universitat Politècnica de València[2] Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación [3]

INTRODUCCIÓN

La fachada es objeto de especial cuidado en el diseño arquitectónico, puede ser la única (únicas) parte del edificio percibida desde el exterior, por lo que en muchas ocasiones es prácticamente el único recurso disponible para expresar o caracterizar la construcción. A lo largo de la historia ha experimentado multitud de transformaciones por su condición de soporte para los distintos estilos arquitectónicos. Sin embargo, los cambios más profundos han sido consecuencia de la evolución de las técnicas constructivas. Tradicionalmente, la fachada ha sido al mismo tiempo la estructura y el cerramiento del edificio, y por tanto la capacidad de abrir huecos para iluminar, ventilar, o disponer de vistas al exterior ha sido limitada. La fachada contemporánea sin estar vinculada necesariamente a condiciones estructurales atiende a otros planteamientos. Constructivos y arquitectónicos, teniendo en cuenta las exigencias normativas, de protección, térmicas, acústicas y con la inclusión en el propio diseño de materiales de muy diferentes tipos y por ello de diferentes respuestas al conjunto general.

INTRODUCTION

The façade is the object of special care in architectural design, it can be the only (only) part of the building perceived from the outside, so in many cases it is practically the only resource available to express or characterize the construction. Throughout history it has undergone a multitude of transformations due to its condition as a support for different architectural styles. However, the most profound changes have been the result of the evolution of construction techniques. Traditionally, the façade has been both the structure and the enclosure of the building, and therefore the ability to open openings to illuminate, ventilate, or have views of the outside has been limited. The contemporary façade, without necessarily being linked to structural conditions, attends to other approaches. Constructive and architectural, taking into account the regulatory, protection, thermal, acoustic requirements and with the inclusion in the design itself of materials of very different types and therefore of different responses to the general whole.

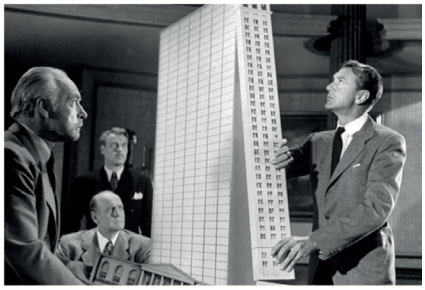




Figura 1 y 2, Escenas de la película El Manantial, (1949) de King Vidor basado en la novela de Ayn Rand, de 1943.
Figure 1 and 2, Scenes from the film The Fountainhead, (1949) by King Vidor based on Ayn Rand's 1943 novel.





Figuras 3 y 4. De la fachada masiva, Edificioo para Seguros de W. Le Barón, Chicago, 1984 a los espacios diáfanos del edificio Seagram de Mies, Jhonson,NYC, 1958.
Figures 3 and 4. From the massive façade, W. Le Baron, Chicago, 1984 to the open spaces of the Seagram building by Mies, Johnson, NYC, 1958.

Pero en los últimos años, debido a una concienciación medioambiental y sostenible, las fachadas cada vez más se convierten en generadoras de beneficios en pos de un ahorro energético, como pueden ser el caso de las fachadas ventiladas o desde otra perspectiva, pero coincidente en algunos aspectos las fachadas verdes.

El término sostenibilidad entendido desde la relación arquitectura y clima supondrá en el caso de las fachadas, plantear soluciones que permitan un aprovechamiento de las condiciones del entorno, en el caso de las fachadas ventiladas, la ventilación entre hojas y para el caso de las fachadas verdes la protección del paramento, en definitiva, la utilización de recursos pasivos. Estos recursos junto a otros como la orientación de un edificio, construcción o fachada, forman la arquitectura bioclimática.

But in recent years, due to environmental and sustainable awareness, façades are increasingly becoming profit generators in pursuit of energy savings, as can be the case of ventilated facades or from another perspective but coinciding in some aspects with green facades.

The term sustainability understood from the relationship between architecture and climate will mean, in the case of facades, proposing solutions that allow taking advantage of the conditions of the environment, in the case of ventilated facades, ventilation between leaves and in the case of green facades the protection of the wall, in short, the use of passive resources. These resources, together with others such as the orientation of a building, construction or façade, form bioclimatic architecture.



Fig. 5 sección fachada ventilada. https://quilosa.com/eficiencia-energética.
Fig. 6: fachada verde edificio en Florencia,(IT) autor: Palmero, L.



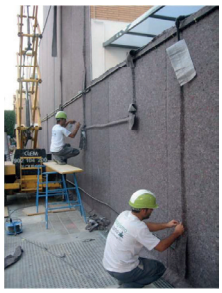
Fig. 5 ventilated façade section. https://quilosa.com/eficiencia-energética.
Fig. 6: green façade building in Florence,(IT) author: Palmero, L.

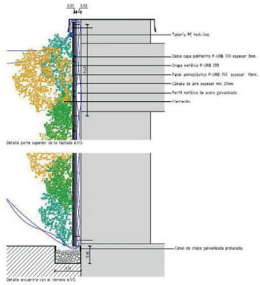
La fachada ventilada ha sido un importante avance por las ventajas que representa en algunos casos con ciertas similitudes a las fachadas verdes o vegetales.
The ventilated façade has been an important advance due to the advantages it represents in some cases with certain similarities to green or plant facades.





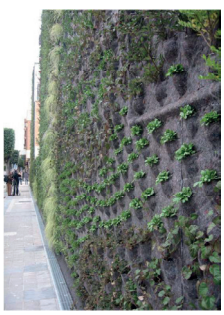








La superficie vegetal de 255 m² es capaz de purificar 170 toneladas de aire al año y absorbe 33.000 gramos de polvo.
The 255 m2 plant surface is capable of purifying 170 tons of air per year and absorbs 33,000 grams of dust.







Figuras 6 a 15. Fases del proceso de construcción/instalación de fachada verde en viviendas unifamiliares en Paterna, Valencia. SUMPA y Paisajismo Urbano, arquitecto Martínez Sáez, JC, 2010. Fotos Martínez Sáez, Palmero, L.
Figures 6 to 15. Phases of the process of construction/installation of green façade in single-family homes in Paterna, Valencia. SUMPA and Urban Landscaping, architect Martínez Sáez, JC, 2010. Photos Martínez Sáez, Palmero, L.

NACHHALTIGE UND DIGITALE TRANSFORMATION VON BÜROIMMOBILIEN: HANDLUNGSFELDER IM BESTAND UND IM NEUBAU

SUSTAINABLE AND DIGITAL TRANSFORMATION OF OFFICE BUILDINGS: FIELDS OF ACTION IN EXISTING AND NEW BUILDINGS

Anja Henrike Kleinke
Department of Building Construction Geoinformation Health Technologies, University of Applied Sciences the Jade Hochschule 26121 Oldenburg, Germany, Professor for Sustainable Real Estate Development and Smart City Strategies, Prof. Dr.-Ing. MBA, MArch, Member of BII German Bundesinitiative Impact Investing and member of ICG Institute for Corporate Governance in the German Real Estate Industry. E-mail: anja.kleinke@jade-hs.de

Abstract

Office buildings are undergoing a sustainable and digital transformation. The EU has set targets to reduce its greenhouse gas emissions in the context of climate change and its consequences, the adoption of the Paris Climate Agreement in 2015 and the UN 2030 Agenda for Sustainable Development. The real estate sector also plays an important role in this, as buildings are responsible for around 40% of energy consumption and around 36% of greenhouse gas emissions in the EU. This holds potentials and challenges for the renovation of existing buildings and project development of new office buildings. In addition, office buildings are closely linked to the development of working practices and technologies. Administrative work and communication no longer take place only in standard office buildings, but also in hybrid work environments. What working, administration and communication will look like in the office of the future is exciting and challenging in view of the dynamic development of sustainable and digital technologies as well as user behaviour.

Keywords

Project development, real estate asset, office, sustainability, ESG, digitisation, stranded assets, stranded asset, CRREM, EU Taxonomy, refurbishment, Artificial intelligence AI

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

NACHHALTIGE UND DIGITALE TRANSFORMATION VON BÜROIMMOBILIEN: HANDLUNGSFELDER IM BESTAND UND IM NEUBAU

SUSTAINABLE AND DIGITAL TRANSFORMATION OF OFFICE BUILDINGS: FIELDS OF ACTION IN EXISTING AND NEW BUILDINGS

Anja Henrike Kleinke
Department of Building Construction Geoinformation Health Technologies, University of Applied Sciences the Jade Hochschule, Oldenburg, Germany

EINFÜHRUNG

Bürogebäude befinden sich in einer nachhaltigen und digitalen Transformation. Die EU hat sich vor dem Hintergrund des Klimawandels und seiner Folgen, der Annahme des Pariser Klimaschutzabkommens 2015 und der UN-Agenda 2030 für eine nachhaltige Entwicklung Ziele gesetzt, um ihre Treibhausgasemissionen zu senken. Dabei spielt auch der Immobiliensektor eine bedeutende Rolle, da Gebäude für rund 40% des Energieverbrauchs und rund 36% der Treibhausgasemissionen in der EU verantwortlich sind. Dies birgt Potentiale und Herausforderungen für die Bestandssanierung und Projektentwicklung von Büroneubauten. Zudem sind Bürogebäude eng mit der Entwicklung von Arbeitspraktiken und -technologien verbunden. Administrative Arbeit und Kommunikation finden nicht mehr nur in Standard-Bürogebäuden statt, sondern auch in hybriden Arbeitsumgebungen. Wie das Arbeiten, die Verwaltung und die Kommunikation im Büro der Zukunft aussehen werden, ist angesichts der dynamischen Entwicklung nachhaltiger und digitaler Technologien und des Nutzerverhaltens spannend und herausfordernd.

INTRODUCTION

Office buildings are undergoing a sustainable and digital transformation. The EU has set targets to reduce its greenhouse gas emissions in the context of climate change and its consequences, the adoption of the Paris Climate Agreement in 2015 and the UN 2030 Agenda for Sustainable Development. The real estate sector also plays an important role in this, as buildings are responsible for around 40% of energy consumption and around 36% of greenhouse gas emissions in the EU. This holds potentials and challenges for the renovation of existing buildings and project development of new office buildings. In addition, office buildings are closely linked to the development of working practices and technologies. Administrative work and communication no longer take place only in standard office buildings, but also in hybrid work environments. What working, administration and communication will look like in the office of the future is exciting and challenging in view of the dynamic development of sustainable and digital technologies and user behaviour.

ZIELSETZUNG

Zielsetzung der Untersuchung ist die Analyse der Handlungsfelder für Büroimmobilien in Bestand und Neubau, deren Rahmenbedingungen, Potentiale und Herausforderungen im Zusammenhang mit der nachhaltigen und digitalen Transformation. Da Bürogebäude die Arbeitswelt vieler Menschen darstellen und urbane Räume prägen, ist es wünschenswert, durch eine nachhaltige Planung eine langfristige und qualitativ hochwertige Nutzung zu ermöglichen. Der Fokus liegt auf der ganzheitlichen Planung der Einhaltung der ökologischen, ökonomischen und soziokulturellen Aspekte der Nachhaltigkeit unter Einbeziehung digitaler Technologien.

OBJECTIVES

The aim of the study is to analyze the fields of action for office properties in existing and new buildings, their framework conditions, potentials and challenges in connection with sustainable and digital transformation. Since office buildings represent the working world of many people and shape urban spaces, it is desirable to enable long-term and high-quality use through sustainable planning. The focus is on holistic planning of compliance with the ecological, economic and socio-cultural aspects of sustainability with the inclusion of digital technologies.

Abbildung 1.
Arbeitswelten
Image 1.
Working Environments



HANDLUNGSFELDER IM BESTAND UND NEUBAU

Regulatorik versus Rentabilität:
- Maßnahmen zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen haben langfristige Vorteile für Mieteinnahmen und damit die Rentabilität von Büroimmobilien.
- Mit der Entwicklung der EU-Vorschriften zur Nachhaltigkeit können Maßnahmen im Rahmen der immobilienspezifischen Dekarbonisierungspfade jedoch zu Ausgaben führen, die nicht sofort oder kaum kostendeckend sind.
- Das „Stranding"-Risiko von insbesondere Bestandsimmobilien bezogen auf den CRREM-Pfad (Carbon Risk Real Estate Monitor and Carbon Reduction Pathway) zu vermeiden, ist derzeit eine große Herausforderung für Immobilieneigentümer.
- Auch bei neuen Immobilienprojekten müssen Entwickler Nachhaltigkeitsmaßnahmen in Betracht ziehen, um die ESG-Anforderungen zu erfüllen, was sich möglicherweise auf Gewinnmargen, Verkaufspreise und Mieten auswirkt.

Disruptive Trends:
- Zu beachten sind auch digitale Technologien und Geschäftsmodelle, die zunehmend im gesamten Immobilienlebenszyklus Anwendung finden und Daten aus der Planung auch im Bau und Betrieb verarbeiten.
- Neben zukünftigen Entwicklungen in der Nachhaltigkeitspraxis und der Sektorenkopplung verändern sich Nutzerbedürfnisse und -verhalten. So wird etwa hybrides Arbeiten in Verbindung mit KI-Systemen weitere Herausforderungen an Büronutzungen und Gebäude mit sich bringen.

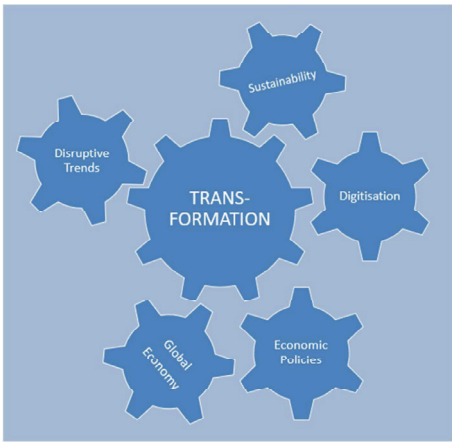


Abbildung 2.
Treiber der Transformation
Image 2.
Drivers of Transformation

FIELDS OF ACTION IN EXISTING AND NEW BUILDINGS

Regulatory versus profitability:
- Measures to reduce GHG emissions have long-term benefits for rental income and thus the profitability of office properties.
- However, with the development of EU sustainability rules, measures under the real estate-specific decarbonisation pathways can lead to spending that does not immediately or hardly cover costs.
- Avoiding the "stranding" risk of existing properties in particular in relation to the CRREM path (Carbon Risk Real Estate Monitor and Carbon Reduction Pathway) is currently a major challenge for property owners.
- New real estate projects also require developers to consider sustainability measures to meet ESG requirements, potentially impacting profit margins, sales prices, and rents.

Disruptive trends:
- Digital technologies and business models must also be taken into account, which are increasingly being used throughout the entire real estate life cycle and process data from planning in construction and operation as well.
- In addition to future developments in sustainability practice and sector coupling, user needs and behaviour are changing. For example, hybrid working in conjunction with AI systems will bring further challenges to office uses and buildings..

ERGEBNISSE

- Es findet eine nachhaltige und digitale Transformation im Bereich von Büroimmobilien statt. Dies birgt Potentiale und Herausforderungen für Büroimmobilien im Bestand und Neubau.
- Diese Zusammenhänge sind wesentlich für erfolgreiche Strategien und die Zukunftsfähigkeit von Büroimmobilienbeständen, Immobilienprojektentwicklungen sowie die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle.
- Gleichzeitig besteht ein hohes Risiko für Bestandsimmobilien aufgrund der Nichteinhaltung regulatorischer Anforderungen bzw. der hohen Investitionskosten zu „stranden". Dies hat Auswirkungen auf Immobilienwerte und die Bürostandorte urbaner Räume. Bürogebäude sind eng mit der Entwicklung von Arbeitspraktiken und -technologien verbunden.
- Neben zukünftigen Entwicklungen in der Nachhaltigkeitspraxis wird hybrides Arbeiten in Verbindung mit KI-Systemen weitere Herausforderungen an Büronutzungen und Gebäude mit sich bringen und zunehmend Einzug in ESG halten.

CONCLUSIONS

- There is a sustainable and digital transformation taking place in the office real estate sector. This holds potentials and challenges for office properties in existing and new buildings.
- These relationships are essential for successful strategies and the future viability of office property portfolios, real estate project developments and the development of new business models.
- At the same time, there is a high risk of existing properties being "stranded" due to non-compliance with regulatory requirements or high investment costs. This has an impact on real estate values and the office locations of urban areas. Office buildings are closely linked to the development of working practices and technologies.
- In addition to future developments in sustainability practice, hybrid working in conjunction with AI systems will bring further solutions and challenges to office uses and buildings and will increasingly find its way into ESG.

LOS ELEMENTOS DE PIEDRAS PRECIOSAS EN DESUSO NO SON CDWASTE. UNA CADENA DE GESTIÓN DIGITAL PARA SU SALVAGUARDIA

THE DISUSED PRECIOUS STONE ELEMENTS ARE NOT CDWASTE. A DIGITAL MANAGEMENT CHAIN TO SAVE THEM NOTTAL MANAGEMENT CHAIN TO SAVE THEM

Raffaella Lione
Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi di Messina, Italia; Contrada Di Dio, 98158 Sant'Agata, Messina ME, Italia
Full Professor: E-mail:raffaella.lione@unime.it
Ornella Fiandaca
Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi di Messina, Italia; Contrada Di Dio, 98158 Sant'Agata, Messina ME, Italia
Associated Professor: E-mail:Ornella.fiandaca@unime.it
Fabio Minutoli
Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi di Messina, Italia; Contrada Di Dio, 98158 Sant'Agata, Messina ME, Italia
Associated Professor: fabio.minutoli@unime.it
Alessandra Cernaro
Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi di Messina, Italia; Contrada Di Dio, 98158 Sant'Agata, Messina ME, Italia
Researcher: alessandra.cernaro@unime.it
Luis Manuel Palmero Iglesias
Departamento Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia
Profesor Titular de Universitad. E-mail: lpalmero@csa.upv.es

Resumen

One of the most significant contributions to the circular economy that has emerged at the EU level (EU Protocol 2016) is the optimized management of the entire construction and demolition waste (CDWaste) chain: from selective dismantling to reuse in the building process as materials/ products/components. The aim of this study has been to contribute to this systematization process of the currently not converging but stimulating initiatives by proposing an investigation for the Valuable Stone Elements Waste (VSEWaste) chain, removed in the process of replacement operations. In particular, we note that they have a sort of added value that demolition does not cancel, both for the nobility of the raw material and the processing they received, which is not always replicable nowadays. So they deserve separate treatment in the broader field of advanced circular building design, capable of harnessing the full potential that this type of waste can still express.

Keywords
Valuable Stone Elements (VSE) Waste, Marketplace, BIM (Building Information Model/Modelling/Management), GIS (Geographic Information System), Central and Maritime Station of Messina.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

LA PIEDRA PRECIOSA EN DESUSO COMO ELEMENTO NO RESIDUABLE. GESTIÓN DIGITAL PARA SU SALVAGUARDA

THE DISUSED PRECIOUS STONE ELEMENTS ARE NOT CDWASTE. A DIGITAL MANAGEMENT CHAIN TO SAVE THEM

Raffaella Lione[1], Ornella Fiandaca[1], Fabio Minutoli[1], Alessandra Cernaro[1], Luis Manuel Palmero Iglesias[2]
Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi di Messina, Italia[1]; Departamento de Construcciones Arquitectónicas Universitat Politècnica de València[2]

Introducción

En el marco cultural establecido por la para la gestión de los residuos de construcción y demolición residuos de construcción y demolición (RCD), parece que el énfasis se dirigido principalmente a su reciclaje, como actividad que implica vías para convertirlos en recursos a través de un proceso de fin de la condición de residuo, Para este estudio, se ha prestado atención a una categoría específica de RCD, es decir, los elementos valiosos de los edificios que resultan de la demolición selectiva; éstos no necesariamente tienen que someterse a un proceso de reciclado, valorización energética o de vertido, sino que pueden reutilizarse pequeños ajustes. Así, la atención se centró en fragmentos de artefactos de piedra, más o menos notables, resultantes de desmantelamiento, retirada y demolición en el contexto de intervenciones en el entorno construido que parecen no tener nada que ver con la salvaguarda y protección de instancias. No parece que exista la necesidad de documentar de documentar estas operaciones, y mucho menos generaciones futuras las huellas que el envejecimiento natural y la historia cultural han dejado en estos elementos. irreproducibles de nuestro pasado, que hacen de ellos un recurso precioso. recurso.

Introduction

In the cultural framework laid down by the European Union for the management of construction and demolition waste (CDWaste), it appears that the emphasis is directed mainly towards their recycling, as an activity that implies paths to turn them into resources through an end-of-waste process, and their feeding back into industrial production cycles. For this study, attention was paid to a specific category of CDWaste, i.e., the valuable building elements that result from selective demolition; these do not necessarily have to undergo a recycling, energy recovery, or dumping process; instead, they can be reused turlough minor adjustments. So, the focus was on fragments of stone artifacts, more or less remarkable, resulting from decommissioning, removal, and demolition in the context of interventions on the built environment that have appeared to be quite unrelated to safeguarding and protecting instances. There seems to be no urge to document these operations, let alone preserve for future generations the marks that natural aging and cultural history have left on these elements, imprinting unreproducible traces of our past that make them a precious resource.





Fig. 1, 2 . Roma. Academia de Esgrima en el Foro Mussolini, Luigi Moretti 1933-1937. A la derecha, se evidencia un detalle del revestimiento de piedra de la fachada sur en el que se evidencian numerosas losas de reemplazo, losas desalineadas o fuera de plano y rastros de fijaciones mecánicas añadidas a lo largo de los años. (Fotos por M. Ferrero).
Fig. 1, 2. Rome. Academy of Fencing at the Mussolini Forum, Luigi Moretti 1933-1937. On the right, a detail of the stone cladding of the south façade in which numerous replacement slabs, misaligned or out of plane slabs and traces of mechanical fixings added over the years are evident. (Photos by M. Ferrero).

Los residuos de construcción y demolición introducidos en el código EWC 17 clase del Catálogo Europeo de Residuos (Decisión 2000/532/CE) no incluyen explícitamente los materiales pétreos, por no mencionar los valiosos. Por lo tanto, es esencial destacar las peculiaridades y la importancia de esta categoría, que no puede pasarse por alto, y mucho menos dirigirse hacia el proceso de reciclaje más extendido, a saber, la producción de áridos. Esta visión implicaría solo su trituración y uso en terraplenes y rellenos o, más raramente, como agregado prised en la formulación de mezclas para piedra artificial (Stonethica y Catalyst a partir de residuos de molienda de mármol).

Una visión general llevada a cabo sobre algunas operaciones de mantenimiento ha señalado dos tendencias opuestas: la conservación estricta de cada elemento de piedra a través de la eliminación, restauración y reensamblaje, incluso si se reubica; sustitución tras retirada, con imitaciones (simulacros) y la indiferencia hacia lo que se ha eliminado, considerados como residuos que deben eliminarse en vertederos.





Fig. 3, 4. Mesina. Estación Central y Marítima, Angiolo Mazzoni 1934-1940. A la derecha, un detalle del revestimiento original de losa de travertino Alcamo en comparación con otros reemplazados durante los trabajos de mantenimiento realizados (tramo 1960-2000). (Fotos por A. Cernaro).
Fig. 3, 4. Messina. Central and Maritime Station, Angiolo Mazzoni 1934-1940. On the right, a detail of the original Alcamo travertine slab cladding compared with others replaced during the maintenance work carried out (1960-2000 span). (Photos by A. Cernaro).

Construction and demolition waste introduced in the EWC code 17 class of the European Waste Catalogue (Decision 2000/532/EC) does not explicitly include stone materials, not to mention valuable ones. It is hence essential to highlight the peculiarities and importance of this category, which cannot be overlooked, let alone directed towards the most widespread recycling process, namely the production of aggregates. This vision would implicate only their crushing and use in embankments and backfills or, more rarely, as a prised aggregate in the formulation of mixtures for artificial stone (Stonethica and Catalyst from marble milling waste).

An overview carried out on some maintenance operations has pointed out two opposing tendencies: strict conservation of each stone element through removal, restoration, and reassembly, even if relocated; replacement after removal, with imitations (*simulacra*) being put in place, and indifference to what has been removed, considered as waste to be disposed of in landfills.

El primer caso, para el que no se trata del destino de las partes afectadas, se ha encontrado en el contexto de la arquitectura histórica, siempre que el concepto de memoria haya prevalecido sobre el pragmatismo de las elecciones: las reliquias se desmantelan, se cotejan y, cuando no se almacenan en un museo, se vuelven a colocar in situ o en otro lugar, para reafirmar su valor histórico-arquitectónico asociado con la composición formal y / o la calidad del material (mayúsculas, frisos, arquitrabes, columnas, etc.). En el segundo caso, que se ha propuesto en muchos proyectos de rehabilitación de la arquitectura del siglo 20, la eliminación en vertederos de los elementos retirados ha sido, excepto en casos raros, la norma, como si los elementos de piedra artificial, los revestimientos de losas delgadas, los acabados litocerámicos, no pudieran lograr un grado suficiente de interés para la conservación o, al menos, la reutilización en otros contextos.

The first case, for which there is no question of the fate of the parts concerned, has been found in the context of historical architecture, whenever the concept of memory has prevailed over the pragmatism of the choices: relics are dismantled, collated and when not stored in a museum, put back in situ, or elsewhere, to reassert their historical-architectural value associated with the formal composition and/or the quality of the material (capitals, friezes, architraves, columns, etc.). In the second case, which has been proposed in many rehabilitation projects of 20th Century Architecture, disposal in landfills of the items removed has been – except in rare cases – the norm, as if artificial stone elements, thin slab claddings, litho-ceramic finishes, could not achieve a sufficient degree of interest for conservation or, at least, reuse in other contexts.



Fig.5,6. Detalle estación ferroviaria y marítima de messina, de Mazzoni a Messina, imagen A. Muciaccia del archivo privado de V. Melluso. Art. En TRASPORTI & CULTURA N.38 de Vincenzo Melluso e Giuseppina Farina.

Fig.5,6. Detail of the railway and maritime station of Messina, from Mazzoni to Messina, image A. Muciaccia from the private archive of V. Melluso. Art. In TRASPORTI & CULTURA N.38 by Vincenzo Melluso and Giuseppina Farina.



CHAPTER 3

NEURAL ENGINEERING

CAPÍTULO 3 NEUROINGENIERÍA

GAMIFIED ARCHITECTURAL DESIGN ADVANCING EDUCATION WITH EXTENDED REALITY AND AI INSIGHTS

Juana Mercedes Perlaza Rodríguez [1], Fabiola Colmenero Fonseca [2], Ángela María Díaz-Márquez [3]

[1] NOVAMANTO Consulting and Research. Principal Consultant and Founder I Italia I Via del castello 17, 75100 Matera, Italia, www.novamanto.com. e-mail: info@novamanto.com
[2] Universidad de La Salle México. Department of Architecture, Design and Communication I Mexico Av. Benjamín Franklin 45, Colonia Condesa, Cuauhtémoc, 06140 Mexico City, CDMX, Mexico. e-mail: fabiola.colmenero@lasalle.mx /University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fcolfon@upvnet.upv.es
[3] Universidad de Las Americas [3] | Urban Planning Research Associate |Innovation Specialist in Higher Education | Direction of Information Intelligence | Quito, Ecuador |angela.diaz@udla.edu.ec

Abstract:

This poster presents academic research results that analyze how gamification techniques can revolutionize architectural education. It explores how these tools enhance student autonomy, creativity, and collaboration. The research uses a matrix framework to detail levels of independence - from operational to strategic - and identifies the skills and competencies required at each level. The research addresses questions such as How gamification can enrich the architectural learning experience? How do these technological tools contribute to the development of highly skilled professional profiles in the digital age?
The study concludes that gamification is a transformative tool that aligns architectural education with contemporary demands. Equipping future architects with essential skills, prepares them for a rapidly evolving digital environment, promotes deeper, more practical learning experiences, and ensures adaptability to modern professional challenges.

Keywords:

Gamification, Architectural Design, Method, Classroom, Semantic

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

DISEÑO ARQUITECTÓNICO GAMIFICADO: AVANCES EN EDUCACIÓN CON REALIDAD EXTENDIDA Y CONOCIMIENTOS DE IA

GAMIFIED ARCHITECTURAL DESIGN: ADVANCING EDUCATION WITH EXTENDED REALITY AND AI INSIGHTS

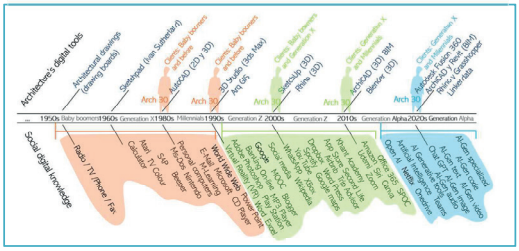
Juana Mercedes Perlaza Rodríguez [1], Fabiola Colmenero Fonseca [2], Ángela María Díaz-Márquez [3]
Novamanto Consulting and Research Services[1], Universidad de La Salle México [2], Universidad de Las Americas [3]

1. INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION

La tecnología ha transformado la arquitectura del siglo XXI, mejorando precisión y sostenibilidad con herramientas como AutoCAD e impresión 3D [1][2]. Sistemas inteligentes democratizan el diseño, enfrentando desafíos éticos [3][4]. La gamificación, clave en la enseñanza, aumenta interactividad y compromiso mientras enfrenta la brecha tecnológica [5]. Este capítulo explora cómo estas herramientas preparan profesionales para un entorno digital, equilibrando innovación y ética. Gamificación y virtualización prometen métodos educativos inclusivos que abordan desigualdades tecnológicas [6][7].

Technology has transformed 21st-century architecture, enhancing precision and sustainability with tools like AutoCAD and 3D printing [1][2]. Intelligent systems democratize design while raising ethical challenges [3][4]. Gamification, key in education, boosts interactivity and engagement, tackling the digital divide [5]. This chapter explores how these tools prepare professionals for digital environments, balancing innovation and ethics. Gamification and virtualization promise inclusive educational methods addressing technological inequities [6][7].

Fig. 1. Cronología de los avances tecnológicos generales frente a las herramientas de la tecnología arquitectónica digital / Fig. 1. Timeline on general technological advances versus digital architectural technology tools



2. METODOLOGIA / METHODOLOGY

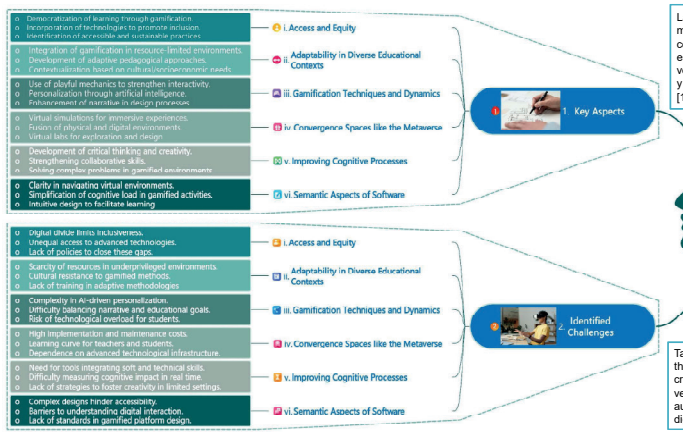
El estudio aplica un enfoque matricial basado en 49 contribuciones científicas para identificar beneficios y desafíos de la gamificación en arquitectura según niveles de autonomía. Utiliza nubes conceptuales y cronologías para analizar concept´os clave y propone un cambio hacia métodos interactivos y colaborativos. Este enfoque multidimensional integra marcos teóricos, actividades y evaluaciones, promoviendo la creatividad, el pensamiento crítico y la autonomía progresiva en la enseñanza arquitectónica.

This study applies a matrix approach based on 49 scientific contributions to identify gamification benefits and challenges in architecture at different autonomy levels. It employs conceptual clouds and timelines to analyze key concepts and proposes a shift towards interactive and collaborative methods. This multidimensional approach integrates theoretical frameworks, activities, and evaluations, fostering creativity, critical thinking, and progressive autonomy in architectural education.

3. ANÁLISIS / ANALYSIS

Tabla 1. ¿Qué competencias desarrolla la gamificación en la enseñanza-aprendizaje y en el perfil profesional de la arquitectura? / Table 1. What skills does gamification develop in the teaching-learning and professional profile of architecture?

Nº	Herramienta Metodológica / Methodological Tool Preguntas de investigación / Research questions	Integración de técnicas y dinámicas de gamificación / Integration of Gamification Techniques and Dynamics	Uso de espacios de convergencia como el Mteaverso / Use of Convergence Spaces such as the Metaverse	Mejora de los procesos cognitivos en el diseño arquitectónico/ Improvement of Cognitive Processes in Architectural Design	Aspectos semánticos de la arquitectura en el software de accesibilidad / Semantic Aspects of Architecture in Accessibility Software
1	**¿Cómo puede la gamificación enriquecer la experiencia educativa? / How can gamification enhance learning?**	Los videojuegos fomentan interacción profunda con el espacio [47]. / Video games foster deep interaction with space [47].	Los entornos gamificados facilitan intercambio de ideas [35]. / Gamified spaces facilitate idea exchange [35].	Mejoran el pensamiento crítico y la planificación [8][25]. / Enhance critical thinking and planning [8][25].	Diseños accesibles fomentan síntesis crítica [34]. / Accessible designs encourage synthesis [34].
2	**¿Cómo contribuyen las herramientas tecnológicas a formar perfiles profesionales? / How do tech tools contribute to professional profiles?**	Gamificación mejora prácticas innovadoras [7]. / Gamification improves innovative practices [7].	Los entornos virtuales potencian habilidades blandas [37]. / Virtual spaces enhance soft skills [37].	Espacios simulados dinámicos mejoran la experiencia [22]. / Simulated spaces improve experience [22].	Semántica e IA fortalecen la adaptación profesional [39][43]. / Semantics and AI enhance adaptability [39][43].



La Tabla 1 muestra cómo gamificación y metaverso fortalecen habilidades cognitivas, creatividad y autonomía estudiantil, formando arquitectos versátiles. Destaca niveles de autonomía y su impacto en competencias digitales [18][50].

Table 1 illustrates how gamification and the metaverse enhance cognitive skills, creativity, and student autonomy, shaping versatile architects. It highlights autonomy levels and their impact on digital competencies [18][50].

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN/ DISCUSSION AND RESULTS

La enseñanza del diseño arquitectónico enfrenta una transición entre métodos tradicionales y el potencial de la tecnología digital y la gamificación. Según [18], la gamificación fomenta autonomía y colaboración, promoviendo experiencias interactivas más realistas, en contraste con prácticas jerárquicas convencionales [50]. Este cambio requiere dinámicas horizontales y participativas que simulen procesos reales de diseño, fortaleciendo habilidades creativas y analíticas. El análisis en la Tabla 2 correlaciona los componentes clave de la gamificación (técnicas, procesos cognitivos, espacios de convergencia y aspectos semánticos) con niveles de autonomía estudiantil, usando regresión lineal para evaluar su impacto en 50 estudiantes durante 1 a 6 años.

Architectural design education transitions between traditional methods and the potential of digital technology and gamification. According to [18], gamification fosters autonomy and collaboration, promoting realistic, interactive experiences, contrasting with hierarchical traditional practices [50]. This shift requires horizontal, participatory dynamics simulating real-world design processes, strengthening creative and analytical skills. Table 2 analyzes the correlation between gamification components (techniques, cognitive processes, convergence spaces, and semantic aspects) and student autonomy levels, using linear regression to evaluate their impact on 50 students over 1 to 6 years.

Tabla 2 Niveles de autonomía de la situación de aprendizaje / Table 2. Levels of autonomy of the learning situation

Nivel de Autonomía / Autonomy Level	Descripción / Description	Contribución al Desarrollo de Habilidades / Skill Development	Componentes Clave / Key Components
Operativo (Modificado) / Operative	Los estudiantes siguen un plan definido. / **Students follow a defined plan.**	Desarrollo técnico bajo guías claras. / **Technical skill development under clear guidelines.**	Integración de técnicas de gamificación. / **Integration of gamification techniques.**
Inicial (Modificado) / Initial	Docentes socializan el proyecto con los estudiantes. / **Teachers discuss the project with students.**	Participación inicial y habilidades colaborativas. / **Initial participation and collaborative skills.**	Técnicas de gamificación. / **Gamification techniques.**
Intermedio (Modificado) / Intermediate	Estudiantes aportan a la planificación y estructura. / **Students contribute to planning and structure.**	Mayor compromiso y pensamiento crítico. / **Increased engagement and critical thinking.**	Uso del metaverso y procesos cognitivos. / **Use of the metaverse and cognitive processes.**
Deliberado (Modificado) / Deliberate	Colaboración cercana con tutoría docente. / **Close collaboration with faculty.**	Liderazgo y autonomía en gestión de proyectos. / Leadership and project autonomy.	Uso del metaverso y colaboración. / **Use of the metaverse and collaboration.**
Estratégico (Adaptado) / Strategic	Los estudiantes lideran todo el proceso. / **Students lead the entire process.**	Liderazgo avanzado y preparación profesional. / **Advanced leadership and professional readiness.**	Aspectos semánticos e IA. / **Semantic aspects and AI.**

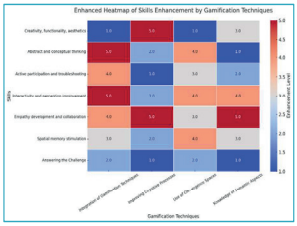


Fig. 6. Relación entre los niveles de autonomía y los componentes claves de la gamificación / Fig. 6. Relationship between levels of autonomy and key components of gamification

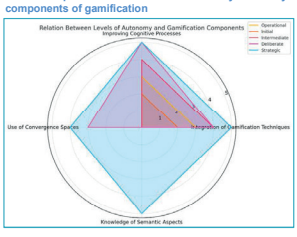


Fig. 3. Comparación entre los niveles de autonomía actuales y previstos / Fig. 3, Comparing current and planned autonomy

Fig. 5. Relación entre competencias y técnicas de gamificación / Fig. 4. Relationship between competencies and gamification techniques

La Figura 5 muestra cómo la gamificación impacta habilidades. Colores brillantes indican mayor efectividad; gamificación fomenta autonomía y metodologías inclusivas en educación arquitectónica [10].

Figure 5 shows gamification's impact on skills. Bright colors indicate higher effectiveness; gamification fosters autonomy and inclusive methodologies in architectural education [10].

El diagrama de radar relaciona niveles de autonomía (Operational a Strategic) con componentes clave de gamificación. La autonomía avanzada integra aspectos semánticos y espacios de convergencia, mostrando progresión hacia habilidades complejas [18][50].

The radar chart links autonomy levels (Operational to Strategic) with key gamification components. Advanced autonomy integrates semantic aspects and convergence spaces, reflecting progression toward complex skills [18][50].

Tabla 3. Simulación de variables independientes (técnicas de gamificación)/ Table 3. Simulation of independent variables (gamification techniques)

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ldots + \beta n Xn + \epsilon$$

Donde Y variable dependiente, X1, X2..... Xn son las variables independientes, β0 es el término de intercepción, β1, β2..... βn son los coeficientes de las variables independientes, y ε es el término de error.

- Error cuadrático medio (ECM): 0,4078
- Coeficiente de determinación (R^2): 0.4902

Where Y is the dependent variable, X_1, X_2,..... X_n is the independent variables, β_0 is the intercept term, β_1, β_2,..... β_n are the coefficients of the independent variables, and ϵ is the error term.

- Mean Squared Error (MSE): 0.4078
- Coefficient of Determination (R^2): 0.4902

a) Datos Simulados: Generamos datos para 50 estudiantes basados en teorías de gamificación / Simulated Data: Generated data for 50 students based on gamification theory.
b) Modelo: Aplicamos regresión lineal múltiple / Model: Applied multiple linear regression.
c) Evaluación: Calculamos MSE y R^2; un R^2 cercano a 1 indica alta precisión / Evaluation: Calculated MSE and R^2; R^2 close to 1 indicates high accuracy.
d) Visualización: Comparación gráfica de valores reales y predichos / Visualization: Graphical comparison of actual and predicted values.

Levels Autonomy	Integration of Gamification Techniques	Improving Cognitive Processes	Use of Convergence Spaces	Knowledge of Semantic Aspects	Time (Years)
1	5.9393	6.1318	7.1003	2.345	2.559
2	7.4367	4.9474	3.4301	8.8131	4.4817
3	6.4249	9.8554	7.6167	2.4624	2.8888
4	5.904	1.9184	9.6597	6.54	1.898
5	4.8129	2.8799	3.2388	2.1144	1.1234

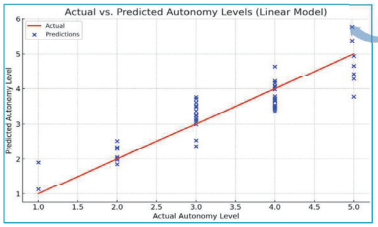
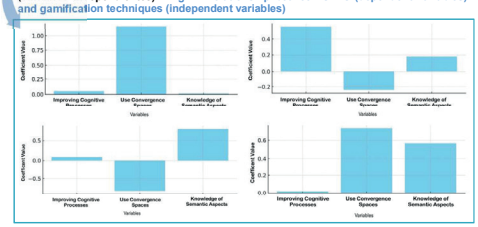


Fig. 4. Relación entre skills (variables dependientes) y tecnicas de gamificación (variables independientes) / Fig. 4. Relationship between skills (dependent variables) and gamification techniques (independent variables)



Los resultados de la Fig. 4, muestran que cada habilidad depende del "Coeficiente del Modelo," que indica el peso de las variables independientes, mientras el "R^2" refleja precisión. Técnicas como "Integración de Gamificación" y "Espacios de Convergencia" destacan por su alta influencia, visualizada en gráficos que relacionan coeficientes elevados con impacto significativo. The results (see Fig. 4) show each skill depends on the "Model Coefficient," indicating the weight of independent variables, while "R^2" reflects accuracy. Techniques like "Gamification Integration" and "Convergence Spaces" show high influence, visualized in graphs linking higher coefficients to significant impact.

5. CONCLUSIÓN/ CONCLUSION

La gamificación en la educación arquitectónica fomenta habilidades técnicas y colaborativas, integrando un enfoque narrativo y holístico al diseño. Técnicas como "Espacios de Convergencia" y dinámicas de juego enriquecen la experiencia de aprendizaje y mejoran niveles de autonomía estudiantil. Aunque presenta desafíos de accesibilidad, la matriz propuesta aborda estas limitaciones, promoviendo metodologías inclusivas. Este enfoque prepara a los estudiantes para desafíos complejos, promoviendo sostenibilidad y equidad. Más que una metodología, la gamificación redefine la enseñanza arquitectónica, alineándola con tendencias tecnológicas y sociales. La investigación destaca la necesidad de enfoques dinámicos, interactivos y tecnológicos para arquitectos del futuro.

Gamification in architectural education enhances technical and collaborative skills, introducing a narrative and holistic design approach. Techniques like "Convergence Spaces" and gamified dynamics enrich learning experiences and boost student autonomy. Despite accessibility challenges, the proposed matrix addresses these, promoting inclusive methodologies. This approach prepares students for complex challenges, fostering sustainability and equity. More than a methodology, gamification redefines architectural teaching, aligning it with technological and social trends. The research emphasizes dynamic, interactive, and technological approaches essential for future architects, ensuring preparedness for evolving demands in the architectural field.

6. REFERENCIAS/REFERENCES

References

©2025, ETS de Ingeniería de Edificación, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA - 108

EVALUACIÓN DE RESPUESTAS FISIOLÓGICAS EN ENTORNOS REALES Y SIMULADOS DE UNA VIVIENDA

EVALUATION OF PHYSIOLOGICAL RESPONSES IN REAL AND SIMULATED HOUSING ENVIRONMENTS

María Pérez Martínez
Neuroarchitecture Lab; Institute for Research on Human-Centered Technology (Human-Tech); Universitat Politècnica de València.
Email: mpermar@etsii.upv.es
María Luisa Nolé Fajardo
International University of Valencia (VIU)
Neuroarchitecture Lab; Institute for Research on Human-Centered Technology (Human-Tech); Universitat Politècnica de València.
Email: mlnole@htech.upv.es
Robi Barranco Merino
Neuroarchitecture Lab; Institute for Research on Human-Centered Technology (Human-Tech); Universitat Politècnica de València.
Email: rbarmer@doctor.upv.es
Juan Luis Higuera Trujillo
University of Cádiz (UCA)
Neuroarchitecture Lab; Institute for Research on Human-Centered Technology (Human-Tech); Universitat Politècnica de València.
Email: juanluis.higuera@uca.es
Carmen Llinares Millán
Neuroarchitecture Lab; Institute for Research on Human-Centered Technology (Human-Tech); Universitat Politècnica de València.
Email: mlnole@htech.upv.es

Abstract

The design of architectural spaces significantly influences human emotions. Virtual Reality (VR) has emerged as a promising tool for simulating real environments and assessing emotional responses in controlled settings. This study aims to evaluate the validity of VR as a method for capturing physiological responses to emotions in architectural spaces. 50 participants were divided into two groups: one explored a real residential space, while the other interacted with its VR replica. Emotional activation and autonomic balance were measured using physiological signals, including electrodermal activity (EDA) and heart rate variability (HRV). These metrics allow the evaluation of emotional responses and the interaction between sympathetic and parasympathetic nervous system activity. This research highlights the potential of VR for emotional assessment in architecture, offering a flexible and immersive approach to understanding how users interact emotionally with built environments.

Keywords
Virtual reality (VR), emotional responses, electrodermal activity (EDA), Heart rate variability (HRV), Physiological assessment.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

EVALUACIÓN DE RESPUESTAS FISIOLÓGICAS EN ENTORNOS REALES Y SIMULADOS DE UNA VIVIENDA EVALUATION OF PHYSIOLOGICAL RESPONSES IN REAL AND SIMULATED HOUSING ENVIROMENTS

M. Pérez-Martínez[1], M.L. Nolé[1], R. Barranco-Merino[1], J.L. Higuera-Trujillo[2], C. Llinares[1]
[1] Universitat Politècnica de València, Instituto Universitario de Investigación en Tecnología Centrada en el Ser Humano (Human-Tech); Valencia, Spain.
[2] Universidad de Cádiz, Departamento de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial; Puerto Real, Spain.

INTRODUCCIÓN

El diseño de espacios habitables juega un papel fundamental en la calidad de vida de las personas, influyendo tanto en su bienestar como en sus niveles de estrés. Con la creciente adopción de tecnologías de Realidad Virtual (RV), surge la oportunidad de evaluar cómo los entornos simulados pueden replicar o diferir de las experiencias en entornos reales. Este estudio explora cómo las respuestas fisiológicas asociadas a emociones varían entre una vivienda real y su representación en RV.

OBJETIVO

El objetivo principal del estudio es comparar las respuestas fisiológicas en sujetos expuestos a espacios de una determinada vivienda, tanto en un entorno físico real como en su recreación virtual. Se busca identificar si la RV es un sustituto válido para medir la experiencia emocional de los usuarios en un contexto arquitectónico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio analizó las respuestas fisiológicas de los participantes mientras exploraban distintos espacios interiores. Esto se llevó a cabo en dos tipos de entornos: uno real y otro virtual, utilizando medidas fisiológicas clave para evaluar las reacciones.

- *Participantes:* Se incluyeron 50 participantes. 20 exploraron un entorno real y 30 interactuaron con un entorno de Realidad Virtual (RV).
- *Escenario de estudio:* Se utilizó una vivienda residencial con varios espacios interiores. Los participantes recorrieron estos espacios mientras registraban sus señales fisiológicas.
- *Variables fisiológicas:* Se miden la actividad electrodérmica (EDA) que evalúa la activación del sistema nervioso [1, 2, 3] y la variabilidad de frecuencia cardiaca (HRV), que mide la variabilidad en los intervalos entre latidos [4, 5]. Ambas se midieron con los aparatos de b-Alert y Shimmer.
- *Métricas analizadas:* Para EDA se analiza conductancia tónica y fásica y para HRV la frecuencia cardiaca, actividad parasimpática (RMSSD) y equilibrio autonómico (LF/HF).
- *Procesamiento:* Las métricas fisiológicas se normalizaron y combinaron en un índice compuesto. Este índice permitió asignar colores a cada espacio, representando las respuestas de menor (mejor respuesta) a mayor (peor respuesta).



Figura 1. Plano de las métricas combinadas en el entorno real.
Figure 1. Combined metrics map in the real environment.

p-Value						
Experience	Tonic	Phasic	SCR	meanHR	RMSSN	LFHF
Access	**0,024**	0,734	0,507	0,871	0,851	**0,020**
Terrace	0,217	0,104	0,698	0,354	0,210	0,255
Lounge	0,102	0,074	0,309	0,613	0,490	0,163
Hall	0,073	0,394	0,053	0,747	0,469	0,467
Kitchen	0,260	0,060	0,275	0,697	0,591	0,212
Bedroom 1	0,204	0,157	0,095	0,890	0,498	0,835
Bedroom 2	0,225	0,279	0,523	0,932	0,260	0,837
Bathroom	0,437	0,105	0,932	0,996	0,837	0,431
Bedroom 3	0,370	0,632	0,569	0,683	0,747	0,369

Tabla 1. Valores p de las diferentes métricas de RV y real.
Table 1. P-values of the different metrics from VR and real enviromentes.

INTRODUCTION

The design of living spaces performs a fundamental role in people's quality of life, influencing both their well-being and stress levels. With the growth of the implementation of Virtual Reality (VR) technologies, the opportunity arises to evaluate how simulated environments can replicate or differ from experiences in real-world settings. This study explores how physiological responses, associated with emotions, vary between a real dwelling and its representation in VR.

OBJECTIVE

The primary aim of the study is to compare physiological responses in subjects exposed to specific living spaces, both in a real physical environment and in its virtual recreation. The aim is to determine whether VR is a valid substitute for measuring users' emotional experiences in an architectural context.

MATERIALS AND METHODS

The study analyzed the physiological responses of participants while exploring different interior spaces. This was conducted in two types of environments: one real and one virtual, using key physiological measures to evaluate their reactions.

- *Participants:* 50 participants were included. 20 explored a real environment, and 30 interacted with a Virtual Reality (VR) environment.
- *Study scenario:* A residential building with various interior spaces was used. Participants walked through these spaces while their physiological signals were recorded.
- *Physiological variables:* Electrodermal activity (EDA) which evaluates the activation of the nervous system [1, 2, 3], and heart rate variability (HRV), which measures the variability in intervals between heartbeats [4, 5], were measured with b-Alert and Shimmer.
- *Analyzed metrics:* For EDA, tonic and phasic conductance were analyzed, and for HRV, heart rate, parasympathetic activity (RMSSD), and autonomic balance (LF/HF) were measured.
- *Processing:* Physiological metrics were normalized and combined into a composite index. This index was used to assign colors to each space, representing responses from lower (better response) to higher (worse response).



Figura 2. Plano de las métricas combinadas en el entorno de RV.
Figure 2. Combined metrics map in VR enviroment.

RESULTADOS

Los sujetos mostraron respuestas fisiológicas similares en la mayoría de los espacios entre RV y entorno real. El análisis de los valores p (Tabla 1) para las diferentes variables fisiológicas muestra que no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los entornos de Realidad Virtual (RV) y el entorno real en la mayoría de los espacios evaluados. Esto indica respuestas fisiológicas similares entre ambos contextos, especialmente en métricas como la actividad parasimpática (RMSSD) y el equilibrio autonómico (LF/HF).

Para la métrica tónica, se encontraron diferencias significativas en el espacio *(p = 0,024)*, lo que resalta una diferencia ante entornos reales. Para otras variables como la frecuencia cardiaca media, los valores p reflejaron alta similitud entre los dos entornos en todos los espacios.

Las respuestas rápidas de la EDA (fásica) y los parámetros relacionados con la frecuencia cardíaca, tampoco mostraron diferencias significativas, con excepciones puntuales que no siguieron un patrón claro.

En las Figuras 1 y 2, los planos representan la distribución espacial de las métricas fisiológicas para cada entorno (real y virtual). Los colores verdes indican respuestas más favorables, mientras que los colores más azules representan peores resultados. Estas visualizaciones permiten identificar patrones consistentes en la mayoría de los espacios entre ambos entornos.

CONCLUSIONES

Esta consistencia en las respuestas reflejadas en los planos de colores de los dos entornos apoya la validez de la RV como herramienta para evaluar respuestas emocionales, aunque ciertos aspectos, como la activación emocional medida por la EDA tónica, podrían ser menos intensos en comparación con el entorno físico.

RESULTS

Subjects exhibited similar physiological responses in most spaces between the VR and real environments. The analysis of p-values (Table 1) for the different physiological variables shows that no statistically significant differences were observed between the Virtual Reality (VR) environment and the real environment in most of the evaluated spaces. This indicates similar physiological responses across both contexts, particularly in HRV metrics such as parasympathetic activity (RMSSD) and autonomic balance (LF/HF).

For the tonic metric, significant differences were found in one space *(p = 0.024)*, highlighting a sensitivity to real environments. For other variables, such as average heart rate, the p-values reflected high similarity between the two environments across all spaces.

Rapid EDA (phasic) responses and heart rate-related parameters also showed no significant differences, with occasional exceptions that did not follow a clear pattern.

In Figures 1 and 2, the maps represent the spatial distribution of physiological metrics for each environment (real and virtual). Green colors indicate more favorable responses, while bluer colors represent less favorable results. These visualizations enable the identification of consistent patterns across most spaces in both environments.

CONCLUSIONS

This consistency in responses, as reflected in the color-coded maps of the two environments, supports the validity of VR as a tool for evaluating emotional responses. However, certain aspects, such as emotional activation measured by tonic EDA, may be less intense compared to the physical environment.

REFERENCIAS/REFERENCES

[1] Boucsein, W. (2012). *Electrodermal Activity*. Springer Science & Business Media.
[2] Critchley, H. D. (2002). *Electrodermal responses: What happens in the brain*. The Neuroscientist, 8(2), 132-142.
[3] Dawson, M. E., Schell, A. M., & Filion, D. L. (2017). *The electrodermal system*. In *Handbook of Psychophysiology* (pp. 217-243). Cambridge University Press.
[4] Kim, H. G., Cheon, E. J., Bai, D. S., Lee, Y. H., & Koo, B. H. (2018). *Heart rate variability and stress: A review*. Frontiers in Psychology, 9, 241.
[5] Shaffer, F., & Ginsberg, J. P. (2017). *An overview of heart rate variability metrics and norms*. Frontiers in Public Health, 5, 258.

AGRADECIMIENTOS/ACKNOWLEDGEMENTS

Esta publicación forma parte del proyecto PID2022-136582OB-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE. El tercer autor cuenta con el apoyo de MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y FSE+ PRE2022-000026. This publication is part of the project PID2022-136582OB-I00, financed by MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE. The third author is supported by MCIN/AEI/10.13039/501100011033 and FSE+ PRE2022-000026.

NEUROARQUITECTURA: DISEÑO GUIADO POR DATOS DE SEÑALES FISIOLÓGICAS

NUEROARCHITECTURE: DESIGN GUIDED BY PHYSIOLOGICAL SIGNAL DATA

María Pérez Martínez
Neuroarchitecture Lab; Institute for Research on Human-Centered Technology (Human-Tech); Universitat Politècnica de València.
Email: mpermar@etsii.upv.es
Juan Luis Higuera Trujillo
University of Cádiz (UCA).
Neuroarchitecture Lab; Institute for Research on Human-Centered Technology (Human-Tech); Universitat Politècnica de València.
Email: juanluis.higuera@uca.es
Carmen Llinares Millán
Neuroarchitecture Lab; Institute for Research on Human-Centered Technology (Human-Tech); Universitat Politècnica de València.
Email: mlnole@htech.upv.es

Abstract

The neuroarchitecture field combines principles of neuroscience and architectural design to create environments that enhance well-being and functionality**.** This study focuses on how physiological signals can be used to analyze human responses to spaces and optimize their design. Signals such as electrodermal activity (EDA)**,** electrocardiogram (ECG)**,** and electroencephalogram (EEG) were collected using tools like b-Alert and Shimmer to measure emotional states, stress levels, and brain activity. Signal processing involved noise filtering, data synchronization, and feature extraction, while Machine Learning and Deep Learning algorithms can identify emotional patterns such as stress or relaxation. Preliminary results demonstrate the potential of these signals to identify key responses to architectural elements.

Keywords
Neuroarchitecture, physiological signals, human response analysis, architectural design.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

NEUROARQUITECTURA: DISEÑO GUIADO POR DATOS DE SEÑALES FISIOLÓGICAS
NEUROARCHITECTURE: DESIGN GUIDED BY PHYSIOLOGICAL SIGNAL DATA

M. Pérez-Martínez[1], J.L. Higuera-Trujillo[2], C. Llinares[1]
[1] Universitat Politècnica de València, Instituto Universitario de Investigación en Tecnología Centrada en el Ser Humano (Human-Tech); Valencia, Spain.
[2] Universidad de Cádiz, Departamento de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial; Puerto Real, Spain.

INTRODUCCIÓN
La neuroarquitectura combina principios de la neurociencia y diseño arquitectónico (Figura 1) para crear espacios que optimicen el bienestar y la funcionalidad [1]. Al entender como las personas responden a diferentes ambientes tanto de manera psicológica como fisiológica, es posible diseñar espacios que influyan positivamente en las emociones, la productividad y la salud de las personas.

OBJETIVO
Explicar cómo la neuroarquitectura permite analizar y optimizar los entornos, destacando las señales fisiológicas utilizadas, los procesos de análisis y las aplicaciones en diferentes espacios.

PROCESO DE DESARROLLO
A continuación, se describen los métodos y procedimientos utilizados para capturar y analizar las señales fisiológicas de los participantes en respuesta a los espacios estudiados (Figura 2).

1. Toma de señales
Se emplean tres tipos de señales para analizar las respuestas humanas [2] a los espacios:
- Actividad electrodérmica (EDA): detecta cambios en la conductancia de la piel, reflejando emociones como calma o excitación.
- Electrocardiograma (ECG): registra la actividad del corazón, permitiendo evaluar estrés y equilibrio fisiológico.
- Electroencefalograma (EEG): mide la actividad cerebral, útil para identificar estados de relajación, concentración o estrés.

Para captar estas señales se hace uso de equipos como *b-Alert*, que registra ECG y EEG a la vez y *Shimmer*, diseñado para medir EDA con precisión.

2. Procesamiento de señales
El análisis comienza con filtrado de ruido y sincronización de datos, asegurando coherencia. Posteriormente se extraen características:
- EDA: cambios en la respuesta galvánica para medir la excitación.
- ECG: variabilidad de la frecuencia cardiaca como indicador de regulación emocional.
- EEG: análisis de frecuencias cerebrales (delta, theta, alfa, beta, gamma).

3. Análisis y clasificación
Se pueden emplear métodos clásicos de análisis estadístico, así como algoritmos avanzados de clasificación, para estudiar las respuestas fisiológicas. En cuanto a algoritmos de clasificación, se puede usar Machine Learning (Support Vector Machines [SVM], Random Forest) y Deep Learning (Convolutional Neural Networks [CNN], Recurrent Neural Networks [RNN]) para identificar patrones en los datos y clasificar estados emocionales como estrés o relajación. Los cuales han mostrado alta eficacia para identificar patrones en datos fisiológicos [3, 4].
La integración de señales multimodales (EDA, ECG, EEG) mejora la precisión mediante técnicas como Autoencoders, que optimizan el aprendizaje [5, 6]. Una vez entrenados los modelos y habiendo obtenido pesos óptimos de estos entrenamientos son capaces de hacer una clasificación de las diferentes métricas fisiológicas [6].

4. Interpretación de resultados
Los resultados obtenidos permiten identificar elementos arquitectónicos que influyen en el bienestar, como, colores, iluminación y distribución espacial. Los resultados ofrecen guías cuantificables para diseñar espacios personalizados que favorezcan entre otros la calma, atención o creatividad.

APLICACIÓN EN EL DISEÑO DE ESPACIOS
La neuroarquitectura se aplica en diversos contextos para mejorar el bienestar, la funcionalidad y las experiencias sensoriales. Permite el desarrollo de espacios orientados al bienestar como el diseño de oficinas que reducen el estrés y aumentan la productividad, y habitaciones hospitalarias que favorecen la recuperación. Los resultados de estos análisis ayudan a identificar elementos arquitectónicos que influyen en el bienestar, como colores, iluminación y distribución espacial [7], ofreciendo una base científica para diseñar entornos personalizados que potencien la atención, relajación o creatividad.

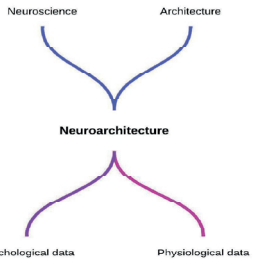


Figura 1. Mapa conceptual de neuroarquitectura.
Figure 1. Conceptual map of neuroarchitecture.

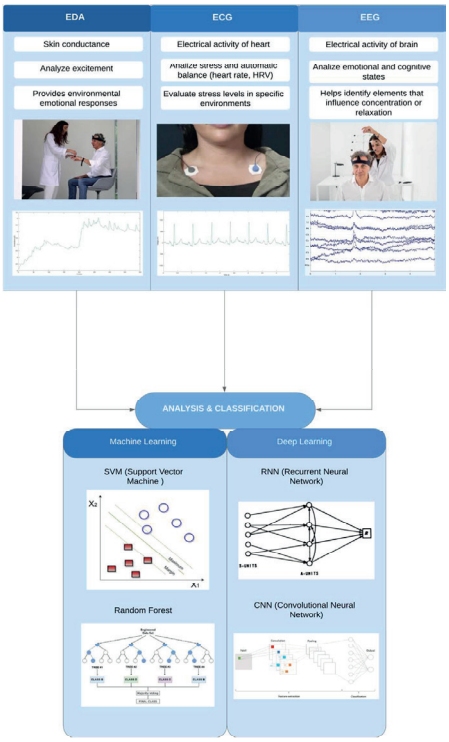


Figura 2. Proceso de desarrollo de la experimentación en neuroarquitectura.
Figure 2. Process of developing experimentation in neuroarchitecture.

INTRODUCTION
Neuroarchitecture combines the principles of neuroscience and architectural design (Figure 1) to create spaces that optimize well-being and functionality [1]. It does so by understanding how people respond to different environments both psychologically and physiologically, it is possible to design spaces that positively influence emotions, productivity, and health.

OBJECTIVE
To explain how neuroarchitecture allows for the analysis and optimization of environments, highlighting the physiological signals used, the analysis processes, and the applications in different spaces.

DEVELOPMENT PROCESS
The following section describes the methods and procedures used to capture and analyze the physiological signals of participants in response to the studied spaces (Figure 2).

1. Signal adquisition
Three primary types of physiological signals are employed to analyze human responses [2] to spaces:
- Electrodermal Activity (EDA): Captures changes in skin conductance, reflecting emotions such as calmness or excitement.
- Electrocardiogram (ECG): Records heart activity, allowing the assessment of stress levels and physiological balance.
- Electroencephalogram (EEG): Measures brain activity, useful for identifying states of relaxation, concentration, or stress.

To capture these signals, devices such as *b-Alert* (which simultaneously records ECG and EEG) and *Shimmer* (designed to precisely measure EDA) are commonly used.

2. Signal processing
The analysis process begins with noise filtering and data synchronization to ensure consistency. Subsequently, key features are extracted:
- EDA: Changes in galvanic skin response to measure arousal levels.
- ECG: Heart rate variability, an indicator of emotional regulation.
- EEG: Analysis of brainwave frequencies (delta, theta, alfa, beta, gamma).

3. Analysis and classification
Classical statistical analysis methods, as well as advanced classification algorithms, can be used to study physiological responses. For classification algorithms Machine learning (Support Vector Machines [SVM], Random Forest) and deep learning techniques (Convolutional Neural Networks [CNN], Recurrent Neural Networks [RNN]) can be applied to identify patterns in the data and classify emotional states, such as stress or relaxation. Which have shown high effectiveness in identifying patterns in physiological data [3, 4].
The integration of multimodal signals (EDA, ECG, EEG) enhances accuracy using advanced techniques such as Autoencoders, which optimize learning and improve the analysis of complex data [5, 6]. Once the models have been trained and having obtained optimal weights from these trainings, they are able to make a classification of the different physiological metrics.

4. Interpretation of results
The results provide insights into architectural elements that influence well-being, such as colors, lighting, and spatial layout. These findings offer quantifiable guidelines for designing personalized spaces that promote calmness, focus, or creativity.

APPLICATIONS OF NEUROARCHITECTURE
Neuroarchitecture can be used in various contexts to enhance well-being, functionality, and sensory experiences by creating wellness-oriented spaces such as office environments that reduce stress and boost productivity; or hospital rooms that support recovery and healing; developing educational environments like classrooms that enhance focus and learning; designing public spaces that foster positive social interactions, and introducing enhanced sensory experiences by strategically using textures, materials, lighting, and acoustics to create comfort and evoke specific emotions [7]. It stands at the intersection of science and design, offering innovative ways to shape environments that elevate human experiences.

REFERENCIAS/REFERENCES
[1] Makanadar A. Neuro-adaptive architecture: Buildings and city design that respond to human emotions, cognitive states. *Research in Globalization*. 2024;8:100222.
[2] Valentine C. The impact of architectural form on physiological stress: a systematic review. *Frontiers in Computer Science*. 2024;5.
[3] Bashivan P, Rish I, Yeasin M, Codella N. Learning representations from EEG with deep recurrent-convolutional neural networks. In: *Proceedings of the International Conference on Learning Representations (ICLR)*; 2016.
[4] Rizwan A, Kamran MA, Kim SM, Butt FA, Choi KS. A review on the state of the art in atrial fibrillation detection enabled by machine learning. *IEEE Rev Biomed Eng*. 2021;14:219-39.
[5] Acharya UR, Fujita H, Lih OS, Hagiwara Y, Tan JH, Adam M. Automated detection of arrhythmias using different intervals of tachycardia ECG segments with convolutional neural network. *Information Sciences*. 2017;405:81-90.
[6] Abdullah SMS, Ameen SY, Sadeeq MAM, Zeebaree S. Multimodal emotion recognition using deep learning. *JASTT*. 2021;2(1):73-79.
[7] Eberhard JP. Brain landscape: The coexistence of neuroscience and architecture. Oxford: Oxford University Press; 2008.

AGRADECIMIENTOS/ACKNOWLEDGEMENTS
Esta investigación fue financiada por la Generalitat Valenciana (Conselleria de Innovación, Universidades, Ciencia y Sociedad Digital), subvención número CIAICO/2022/031.
This research was funded by Generalitat Valenciana (Conselleria de Innovación, Universidades, Ciencia y Sociedad Digital), grant number CIAICO/2022/031.

ILUMINANDO REALIDADES: EXPLORANDO EL EFECTO DE LA ILUMINACIÓN EN LA VIVIENDA EN ENTORNOS REALES Y VIRTUALES

ILLUMINATING REALITIES: EXPLORING THE EFFECT OF LIGHTING IN HOUSING IN REAL AND VIRTUAL ENVIRONMENTS

Nuria Castilla-Cabanes[1]
Centro de Investigación de Tecnología de la Edificación, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, Profesora Permanente Laboral, PhD. E-mail: ncastilla@csa.upv.es
Juan Luis Higuera Trujillo[2]
Universidad de Cádiz, Pl. Falla, 9, 11003, Cádiz, España; Profesor Ayudante Doctor, PhD. E-mail: juanluis.higuera@uca.es
Carmen Llinares-Millán[3]
Laboratorio de Neuroarquitectura, Instituto Universitario de Investigación en Tecnología Centrada en el Ser Humano (Human-Tech), Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022, Valencia, España; Catedrática de Universidad, PhD. E-mail: cllinare@htech.upv.es

Abstract

The current population spends around 90% of its time in indoor spaces. This practice can lead to inadequate exposure to sunlight, which may contribute to sleep disorders, depression, and other mental health issues. Light allows us to see, but it also helps our body function properly, as it is essential for the production of vitamin D and for regulating the circadian rhythm. This is particularly important in our homes, as well-designed lighting contributes to our health, comfort, and creativity. Virtual reality (VR) is a fascinating technology that allows exploring different lighting configurations in simulated environments. However, it is essential to first investigate whether human responses to lighting in virtual environments are similar to responses in physical real-world environments. This ensures that findings from virtual reality are applicable to real-world settings. The aim of this study is to analyze whether users' psychological responses to natural lighting in a home, in a virtual environment through 360° photographs, are comparable to those observed in a physical home. To this end, 28 participants performed a psychological evaluation of the natural lighting in a bedroom of a home and in its virtual replica, using 360° photographs. The results show that there are no significant differences between the psychological evaluations of natural lighting in the bedroom of the home in both physical reality and virtual reality.

Keywords
Lighting, Virtual Reality, Neuroarchitecture, Daylighting, Integrative Lighting.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

ILUMINANDO REALIDADES: EXPLORANDO EL EFECTO DE LA ILUMINACIÓN EN LA VIVIENDA EN ENTORNOS REALES Y VIRTUALES ILLUMINATING REALITIES: EXPLORING THE EFFECT OF LIGHTING IN HOUSING IN REAL AND VIRTUAL ENVIRONMENTS

Nuria Castilla[1]
CITE/ Universitat Politècnica de València[1]

Juan-Luis Higuera-Trujillo[2]
Universidad de Cádiz[2]

Carmen Llinares[3]
Human-Tech / Universitat Politècnica de València[3]

INTRODUCCIÓN

La población actual pasa alrededor del 90% de su tiempo en espacios interiores. A este fenómeno se le ha denominado la "Indoor Generation". Esta práctica común puede conllevar a una falta de exposición adecuada a la luz del sol, lo que puede contribuir a trastornos del sueño, depresión y otros problemas de salud mental. La luz nos permite ver, pero también hace que nuestro cuerpo funcione correctamente ya que es esencial para la producción de vitamina D y para regular el ritmo circadiano. Las células fotosensoras de nuestra retina (Hattar et al., 2002), conocidas como ipRGC, responden a la luz (Berson et al., 2002). Cuando detectan luz, envían señales a nuestro cerebro que ayudan a gestionar nuestros ciclos de sueño y vigilia (Zhang et al., 2021), así como en el estado de alerta (Lockley et al., 2006). Una iluminación eficaz mejora nuestra capacidad de concentración (Hsieh et al., 2022) y mejora nuestro estado de ánimo (Kong et al., 2022). La luz también puede evocar sentimientos de calma, felicidad o energía. Esto es particularmente importante en nuestros hogares ya que una iluminación bien diseñada contribuye a mejorar nuestra salud, comodidad y creatividad. La realidad virtual (RV) es una tecnología fascinante que permite explorar diferentes configuraciones de la iluminación en entornos simulados. El uso de la RV para el diseño de iluminación tiene múltiples ventajas ya que ahorra tiempo y recursos. Se puede experimentar con diferentes configuraciones de la iluminación sin tener que construir espacios físicos. No obstante, es esencial investigar primero si las respuestas humanas a la iluminación virtual son semejantes a las respuestas realizadas con la iluminación real. Esto garantiza que los hallazgos en realidad virtual sean aplicables a entornos del mundo real. Así se puede comprender mejor el impacto de la iluminación en los seres humanos y eso puede conducir a la creación de mejores espacios de vida, ya sea en la realidad o en entornos virtuales.

INTRODUCTION

The current population spends around 90% of its time indoors. This phenomenon has been dubbed the 'Indoor Generation'. This common practice can lead to a lack of adequate exposure to sunlight, which can contribute to sleep disorders, depression and other mental health problems. Light allows us to see, but it also makes our bodies function properly as it is essential for the production of vitamin D and for regulating the circadian rhythm. The photosensory cells in retina (Hattar et al., 2002), known as ipRGCs, respond to light (Berson et al., 2002). When they detect light, they send signals to our brain that help manage our sleep and wake cycles (Zhang et al., 2021), as well as alertness (Lockley et al., 2006). Effective lighting improves our ability to concentrate (Hsieh et al., 2022) and enhances our mood (Kong et al., 2022). Light can also evoke feelings of calm, happiness or energy. This is particularly important in our homes as well-designed lighting contributes to improve our health, comfort and creativity. Virtual reality (VR) is a fascinating technology that allows different lighting configurations to be explored in simulated environments. Using VR for lighting design has multiple advantages as it saves time and resources. Different lighting configurations can be experimented with without having to build physical spaces. However, it is essential to first investigate whether human responses to virtual lighting are similar to the responses made with real lighting. This ensures that findings in virtual reality are applicable to real-world environments. In this way, the impact of lighting on humans can be better understood and this can lead to the creation of better living spaces, whether in reality or in virtual environments.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es analizar si las respuestas psicológicas de los usuarios a la iluminación natural de una vivienda en un entorno virtual, a través de fotografías de 360°, son comparables a las observadas en la vivienda real.

OBJECTIVE

The objective of this work is to analyse whether users' psychological responses to the daylighting of a house in a virtual environment, through 360° photographs, are comparable to those observed in the real house.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se desarrolló un trabajo de campo en un dormitorio de una vivienda real y en el laboratorio. Los participantes realizaron una valoración psicológica de la iluminación natural en dormitorio de la vivienda real (Figura 1) y en el entorno virtual (Figura 2) .

MATERIAL AND METHODS

A field study was carried out in a bedroom of a real house and in the laboratory. Participants made a psychological assessment of daylighting in the bedroom of the real house (Figure 1) and in the virtual environment (Figure 2) .

Participantes

La muestra total fue de 28 participantes. Estuvo balanceada en género (14 mujeres y 14 hombres) y la edad media fue de 50.61 años (σ = 8.53). Todos eran voluntarios y mayores de edad.

Registros

Se utilizaron registros psicológicos, tanto en la vivienda real como en el entorno virtual de la misma, a través de fotografía 360º. A los participantes se les pidió que valoraran diferentes adjetivos de la iluminación natural tanto en el entorno físico como en el entorno virtual.

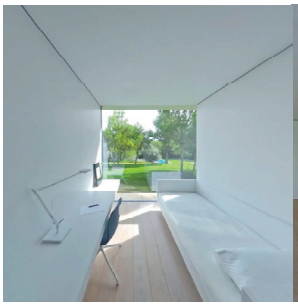


Figura 1: Imagen del dormitorio real de día
Figure 1: Image of the bedroom at daytime



Figura 2: Fotografía 360º del dormitorio en realidad virtual
Figure 2: 360º photography of the bedroom in virtual reality

Participants

The total sample was 28 participants. It was gender balanced (14 women and 14 men) and the average age was 50,61 years (σ = 8.53). All were volunteers and of legal age.

Records

Psychological recordings were used, both in the real house and in the virtual environment of the same, through 360º photography. Participants were asked to rate different adjectives of natural lighting both in the physical environment and in the virtual environment.

RESULTADOS

Los resultados se muestran en la Figura 3. Como se puede observar, las valoraciones de la iluminación natural no tienen diferencias significativas en ambos entornos. Lo mismo sucede con el resto de las variables psicológicas que tienen relación con la iluminación como lo son las sensaciones de que el ambiente es luminoso, confortable, acogedor o tranquilo. Por su parte, en la variable de valoración global "me gusta" tampoco se encuentran diferencias significativas.

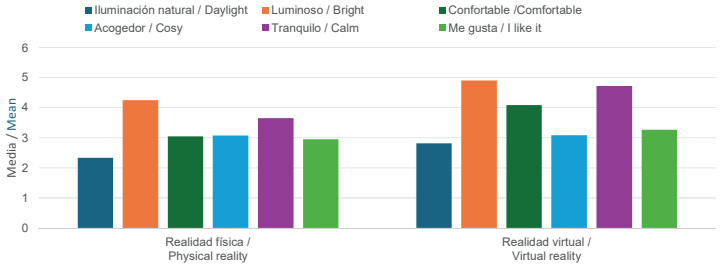


Figura 3: Media de las valoraciones psicológicas de la iluminación natural
Figure 3: Mean of psychological assessments of daylighting

RESULTS

The results are shown in Figure 3. As can be seen, the ratings of natural lighting have no significant differences in the two environments. The same is true for the rest of the psychological variables related to lighting, such as the feelings that the environment is bright, comfortable, cosy or calm. The overall assessment variable 'I like it' also shows no significant differences.

CONCLUSIONES

Los resultados muestran que no existen diferencias significativas entre las valoraciones psicológicas de la iluminación natural del dormitorio de la vivienda entre la realidad física y la realidad virtual.

CONCLUSIONS

The results show that there are no significant differences in the psychological assessments of daylighting in the bedroom between the physical reality and the virtual reality.

REFERENCIAS

Berson, D. M., Dunn, F. A., & Takao, M. (2002). Phototransduction By Retinal Ganglion Cells That Set The Circadian *Clock. Science*, 295(5557), 1070–1073.
Hattar, S., Liao, H. W., Takao, M., Berson, D. M., & Yau, K. W. (2002). Melanopsin-containing retinal ganglion cells: Architecture, projections, and intrinsic photosensitivity. *Science*, 295(5557),
Hsieh, M. C., Zhang, Y. Q., Dong, R., Lee, Y. C., & Ni, C. yu. (2022). Use of EEG signals, cortisol secretion, and task performance to evaluate the effects of different lighting environments on concentration level in a sustained attention task. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 92, 103371.

REFERENCES

Kong, Z., Liu, Q., Li, X., Hou, K., & Xing, Q. (2022). Indoor lighting effects on subjective impressions and mood states: A critical review. *Building and Environment*, 224, 109591.
Lockley, S. W., Evans, E. E., Scheer, F. A. J. L., Brainard, G. C., Czeisler, C. A., & Aeschbach, D. (2006). Short-wavelength sensitivity for the direct effects of light on alertness, vigilance, and the waking electroencephalogram in humans. *Sleep*, 29(2), 161–168.
Zhang, Z., Beier, C., Weil, T., & Hattar, S. (2021). The retinal ipRGC-preoptic circuit mediates the acute effect of light on sleep. *Nature Communications*, 12(1), 1–11.

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación forma parte del proyecto PID2022-136582OB-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE.

ACKNOWLEDGMENT

This publication is part of the project PID2022-136582OB-I00, financed by MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE.

EXPLORANDO PATRONES EN CUESTIONARIOS DE SENSACIÓN DE PRESENCIA: UN ESTUDIO COMPARATIVO

EXPLORING PATTERNS IN PRESENCE QUESTIONNAIRES: A COMPARATIVE STUDY

Robi Barranco-Merino
Neuroarchitecture Lab; Institute for Research on Human-Centered Technology (Human-Tech); Universitat Politècnica de València.
Email: rbarmer@doctor.upv.es
Juan Luis Higuera-Trujillo
University of Cádiz (UCA)
Neuroarchitecture Lab; Institute for Research on Human-Centered Technology (Human-Tech); Universitat Politècnica de València.
Email: juanluis.higuera@uca.es
Carmen Llinares Millán
Neuroarchitecture Lab; Institute for Research on Human-Centered Technology (Human-Tech); Universitat Politècnica de València.
Email: mlnole@htech.upv.es

Abstract

Presence is a key construct in virtual reality research, traditionally assessed through questionnaires such as IPQ, MEC-SPQ, and ITC-SOPI. However, the diversity in structure and question formulation poses challenges for comparing results across studies. This work presents a comparative analysis of 8 key questionnaires, examining their original questions, keywords, and the constructs under which they are grouped. From 187 questions, 14 main categories were identified based on thematic similarities. Results reveal that only 3 questions were textually identical across questionnaires, and 10 cases of construct title repetition were found, mostly across different categories. The study highlights inconsistencies between question groupings and construct titles assigned by the authors, underscoring the need for greater cohesion in presence evaluation. As an exploratory study, it lays the groundwork for the design of more standardized instruments, improving the validity, comparability, and applicability of presence metrics in future research.

Keywords
Sense of Presence, Virtual Environments, Measurement Tools, Questionnaire Analysis

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

EXPLORANDO PATRONES EN CUESTIONARIOS DE SENSACIÓN DE PRESENCIA: UN ESTUDIO COMPARATIVO EXPLORING PATTERNS IN PRESENCE QUESTIONNAIRES: A COMPARATIVE STUDY

Robi Barranco-Merino[1] ; Juan Luis Higuera-Trujillo[2] ; Carmen Llinares Millán[1]
[1] Universitat Politècnica de València, Laboratorio de Neuroarquitectura, Human-Tech, Valencia, Spain.
[2] Universidad de Cadiz, Departamento de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial; Puerto Real, Spain.

INTRODUCCIÓN

La sensación de presencia se ha definido como un estado psicológico o una percepción subjetiva en la que la tecnología media la experiencia del individuo, pero el entorno se percibe como si la tecnología no estuviera involucrada [9]. Comprender y cuantificar este fenómeno multidimensional [9] con precisión este fenómeno sigue siendo un desafío ambiguo. La presencia es una sensación subjetiva o manifestación mental que no es fácilmente susceptible de definición y medición [10]. Se han desarrollado numerosos cuestionarios para medirla, y algunos son comúnmente utilizados en diversos campos de estudio. Por ejemplo, destacan ITC-Sense of Presence Inventory o ITC-SOPI [1], Mec Spatial Presence Questionnaire or MEC-SPQ [2], I Group Presence Questionnaire or IPQ [3], Slater Usoh Steed questionnaire o SUS [4], Barfield et al. [5, Biocca et al, [6] y los cuestionarios PQ [7] e ITQ [8] de Witmer-Singer. Sin embargo, la diversidad y falta de cohesión en la estructura de estos instrumentos representa un desafío crítico: preguntas redundantes y constructos con títulos inconsistentes se utilizan para medir conceptos similares, mientras que preguntas idénticas se clasifican bajo constructos diferentes. Estas inconsistencias no solo dificultan la comparación de resultados entre estudios, sino que también comprometen la validez y fiabilidad de las métricas de presencia.

OBJETIVO

Identificar patrones comunes entre los cuestionarios existentes, analizando la relación entre preguntas, constructos y categorías, con el objetivo de contribuir a la creación de métricas estandarizadas para la sensación de presencia.

REFERENCIAS

1. Lessiter J, Freeman J, Keogh E, Davidoff J. A Cross-Media Presence Questionnaire: The ITC-Sense of Presence Inventory. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 2001;10:282–97. https://doi.org/10.1162/105474601300343612
2. Vorderer P, Wirth W, Gouveia FR, Biocca F, Saari T, Jäncke F, et al. MEC Spatial Presence Questionnaire (MEC-SPQ): Short Documentation and Instructions for Application. 2004.
3. Berkman MI, Çatak G. I GROUP PRESENCE QUESTIONNAIRE: PSYCHOMETRIC REALLY REVISED ENGLISH VERSION. Mugla Journal of Science and Technology. 2021;7:1–10. https://doi.org/10.22531/MUGLAJSCI.882271.
4. Slater M, Usoh M, Steed A. Depth of Presence in Virtual Environments. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 1994;3:130–44. https://doi.org/10.1162/PRES.1994.3.2.130.
5. Barfield W, Hendrix C. The effect of update rate on the sense of presence within virtual environments. Virtual Real. 1995;1:3–15. https://doi.org/10.1007/BF02009709.
6. Biocca F, Jin K, Choi Y. Visual Touch in Virtual Environments: An Exploratory Study of Presence, Multimodal Interfaces, and Cross-Modal Sensory Illusions. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 2001;10:247–65. https://doi.org/10.1162/105474601300343595.
7. PQ: Witmer BG, Singer MJ. Measuring Presence in Virtual Environments: a presence Questionnaire. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 1998;7:225–40. https://doi.org/10.1162/105474698565686.
8. ITQ: Witmer BG, Singer MJ. Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 1998;7:225–40. https://doi.org/10.1162/105474698565686.
9. International Society for Presence Research n.d. https://ispr.info/ (accessed October 25, 2023).
10. Sheridan TB. Musings on Telepresence and Virtual Presence. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 1992;1:120–6. https://doi.org/10.1162/pres.1992.1.1.120.

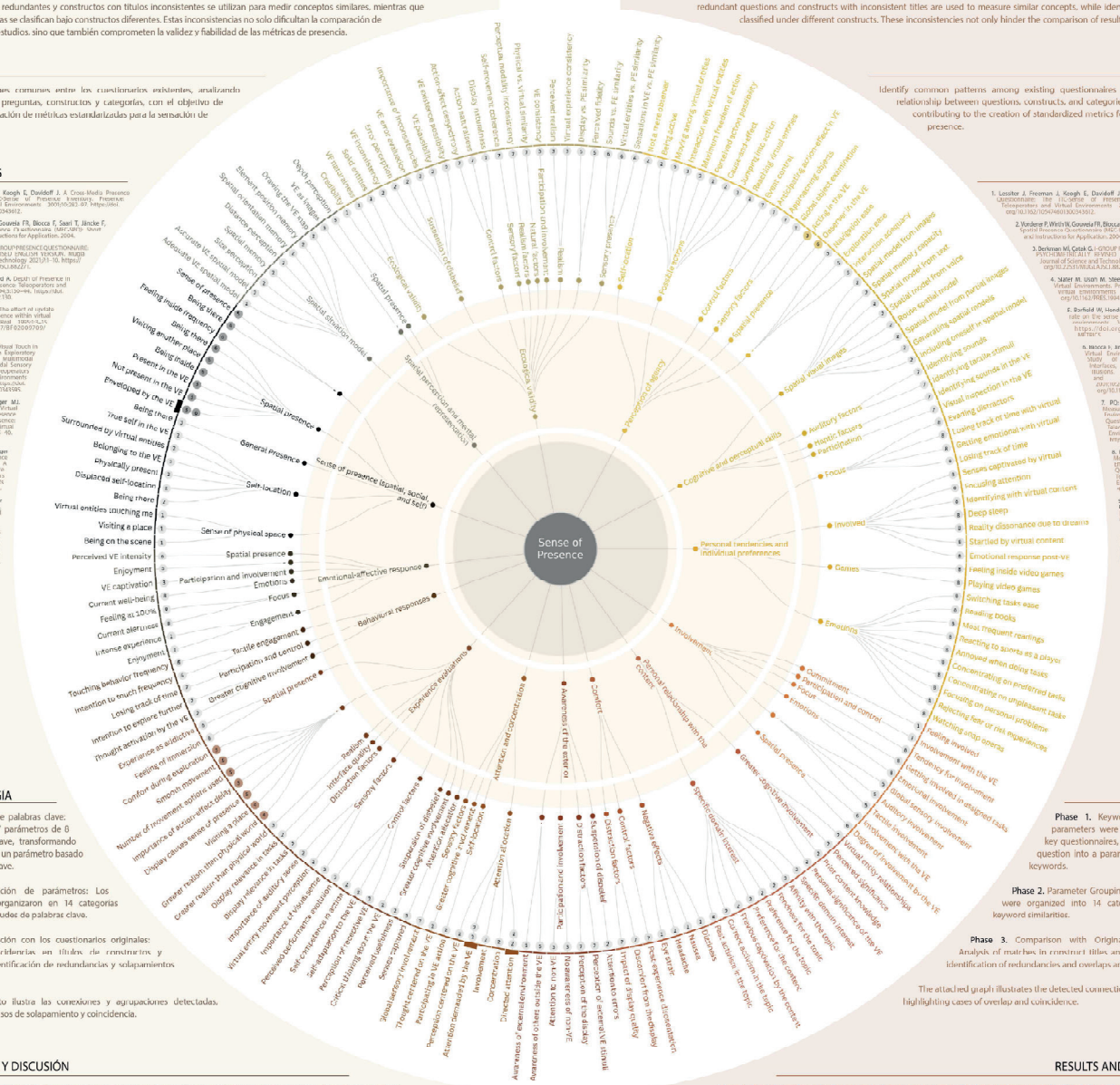
METODOLOGÍA

Fase 1. Análisis de palabras clave: Se extrajeron 187 parámetros de 8 cuestionari os clave, transformando cada pregunta en un parámetro basado en sus palabras clave.

Fase 2. Agrupación de parámetros: Los parámetros se organizaron en 14 categorías bacadas en similitudes de palabras clave.

Fase 3. Comparación con los cuestionarios originales: Análisis de coincidencias en títulos de constructos y parámetros, e identificación de redundancias y solapamientos entre autores.

El gráfico adjunto ilustra las conexiones y agrupaciones detectadas, destacando los casos de solapamiento y coincidencia.


Sense of Presence
Spatial presence
Sense of presence (spatial, social, and self)
Emotional-affective response
Behavioral responses
Cognitive and perceptual skills
Personal tendencies and individual preferences
Involvement
Ecological validity
Perception of Reality
Realism
Participation and involvement
Attention and concentration
Awareness of the real world
Comfort
Personal relatability with the content
Spatial presence
Greater cognitive involvement
Specific domain interest
Negative effects
Control factors
Distraction factors
Suspension of disbelief
Attentional allocation
Perceptual realism
Interface quality
Display fidelity
Sensory fidelity
Control factors
Display size
Display resolution
Display field of view
Display interactivity
Display realism
Display latency
Display update rate
Display refresh rate
Display stereoscopic
Display weight
Display ergonomics
Display safety
Display reliability
Display durability
Display maintainability
Display cost
Display availability
Display compatibility
Display flexibility
Display scalability
Display portability
Display usability
Display accessibility
Display security
Display privacy
Display integrity
Display authenticity
Display non-repudiation
Display accountability
Display auditability
Display traceability
Display verifiability
Display reproducibility
Display repeatability
Display robustness
Display resilience
Display fault tolerance
Display recoverability
Display availability
Display reliability
Display maintainability
Display serviceability
Display supportability
Display test

FUNDAMENTOS Y FACTORES EN LOS CUESTIONARIOS DE PRESENCIA EN ENTORNOS VIRTUALES

FOUNDATIONS AND FACTORS IN PRESENCE QUESTIONNAIRES FOR VIRTUAL ENVIRONMENTS

Robi Barranco Merino
Neuroarchitecture Lab; Institute for Research on Human-Centered Technology (Human-Tech); Universitat Politècnica de València.
Email: rbarmer@doctor.upv.es
María Luisa Nolé Fajardo
International University of Valencia (VIU)
Neuroarchitecture Lab; Institute for Research on Human-Centered Technology (Human-Tech); Universitat Politècnica de València.
Email: mlnole@htech.upv.es
María Pérez Martínez
Neuroarchitecture Lab; Institute for Research on Human-Centered Technology (Human-Tech); Universitat Politècnica de València.
Email: mpermar@etsii.upv.es
Juan Luis Higuera Trujillo
University of Cádiz (UCA)
Neuroarchitecture Lab; Institute for Research on Human-Centered Technology (Human-Tech); Universitat Politècnica de València.
Email: juanluis.higuera@uca.es
Carmen Llinares Millán
Neuroarchitecture Lab; Institute for Research on Human-Centered Technology (Human-Tech); Universitat Politècnica de València.
Email: mlnole@htech.upv.es

Abstract

The sense of presence is a key construct in virtual environment research, addressed through various questionnaires designed to measure its dimensions. This study explores the coincidences and discrepancies between the theoretical foundations and the factors included in seven widely used questionnaires: ITC-SOPI, MEC-SPQ, IPQ, SUS, PQ, ITQ, and Barfield et al. A total of 108 factors were analyzed, grouped into two categories: "theoretical foundations" and "questionnaire." Only 10 coincidences were identified, highlighting a low rate of alignment between theoretical bases and measurement tools. This finding suggests a potential disconnect due to the evolution of the concept of presence or differences in research approaches. The more extensive questionnaires, such as ITC-SOPI and Witmer-Singer, attempt to capture a greater diversity of dimensions, but areas for improvement in theoretical and practical integration were identified.

Keywords
Sense of Presence, Virtual Environments, Measurement Tools, Theoretical Foundations, Questionnaire Analysis

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

FUNDAMENTOS Y FACTORES EN LOS CUESTIONARIOS DE PRESENCIA EN ENTORNOS VIRTUALES FOUNDATIONS AND FACTORS IN PRESENCE QUESTIONNAIRES FOR VIRTUAL ENVIRONMENTS

Robi Barranco-Merino[1] ; María Luisa Nolé Fajardo[1] ; María Pérez Martínez[1] ; Juan Luis Higuera-Trujillo[2] ; Carmen Llinares Millán[1]
[1] Universidad Politécnica de Valencia, Laboratorio de Neuroarquitectura, Human-Tech, Valencia, Spain.
[2] Universidad de Cadiz, Departamento de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial; Puerto Real, Spain.

INTRODUCCIÓN

La sensación de presencia es un constructo clave en la investigación sobre entornos virtuales y ha sido abordada mediante diversos cuestionarios diseñados para medir sus dimensiones. La sensación de presencia se ha definido como un estado psicológico o una percepción subjetiva en la que la tecnología media la experiencia del individuo, pero el entorno se percibe como si la tecnología no estuviera involucrada [9]. Comprender y cuantificar esta fenómeno multidimensional [9] con precisión esta fenómeno algo siendo un desafío ambiguo. La presencia es una sensación subjetiva o manifestación mental que no es fácilmente susceptible de definición y medición [10] Se han desarrollado numerosos cuestionarios para medirla, y algunos son comúnmente utilizados en diversos campos de estudio. Por ejemplo, destacan ITC Sense of Presence Inventory o ITC SOPI [1], Mec spatial presence questionnaire o MEC-SPQ [2], I-Group presence questionnaire o IPQ [3], Slater-Usoh-Steed questionnaire o SUS [4], Barfield et al. [5, Biocca et al. [6], and the Presence Questionnaire (PQ) [7] and Immersive Tendencies Questionnaire (ITQ) [8] by Witmer-Singer. Sin embargo, existen diferencias significativas entre los fundamentos teóricos y los factores incluidos en los cuestionarios más utilizados. Este trabajo explora las coincidencias y discrepancias entre los fundamentos teóricos y las descripciones de factores de varios cuestionarios de presencia.

OBJETIVO

Analizar las relaciones entre los fundamentos teóricos y los factores que componen los cuestionarios más utilizados para medir la sensación de presencia, identificando patrones de coincidencias y discrepancias.

REFERENCIAS

1. Lessiter J, Freeman J, Keogh E, Davidoff J. A Cross-Media Presence Questionnaire: The ITC-Sense of Presence Inventory. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 2001;10:282–97. https://doi.org/10.1162/105474601300343612

2. Vorderer P, Wirth W, Gouveia FR, Biocca F, Saari T, Jäncke F, et al. MEC Spatial Presence Questionnaire (MEC-SPQ): Short Documentation and Instructions for Application. 2004.

3. Berkman MI, Çatak G. I GROUP PRESENCE QUESTIONNAIRE: PSYCHOMETRICALLY REVISED ENGLISH VERSION. Mugla Journal of Science and Technology. 2021;7:1–10. https://doi.org/10.22531/MUGLAJSCI.882271.

4. Slater M, Usoh M, Steed A. Depth of Presence in Virtual Environments. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 1994;3:130–44. https://doi.org/10.1162/PRES.1994.3.2.130.

5. Barfield W, Hendrix C. The effect of update rate on the sense of presence within virtual environments. Virtual Real. 1995;1:3–15. https://doi.org/10.1007/BF02009709.

6. Biocca F, Jin K, Choi Y. Visual Touch in Virtual Environments: An Exploratory Study of Presence, Multimodal Interfaces, and Cross-Modal Sensory Illusions. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 2001;10:247–65. https://doi.org/10.1162/105474601300343595.

7. PQ: Witmer BG, Singer MJ. Measuring Presence in Virtual Environments: a presence Questionnaire. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 1998;7:225–40. https://doi.org/10.1162/105474698565686.

8. ITQ: Witmer BG, Singer MJ. Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 1998;7:225–40. https://doi.org/10.1162/105474698565686.

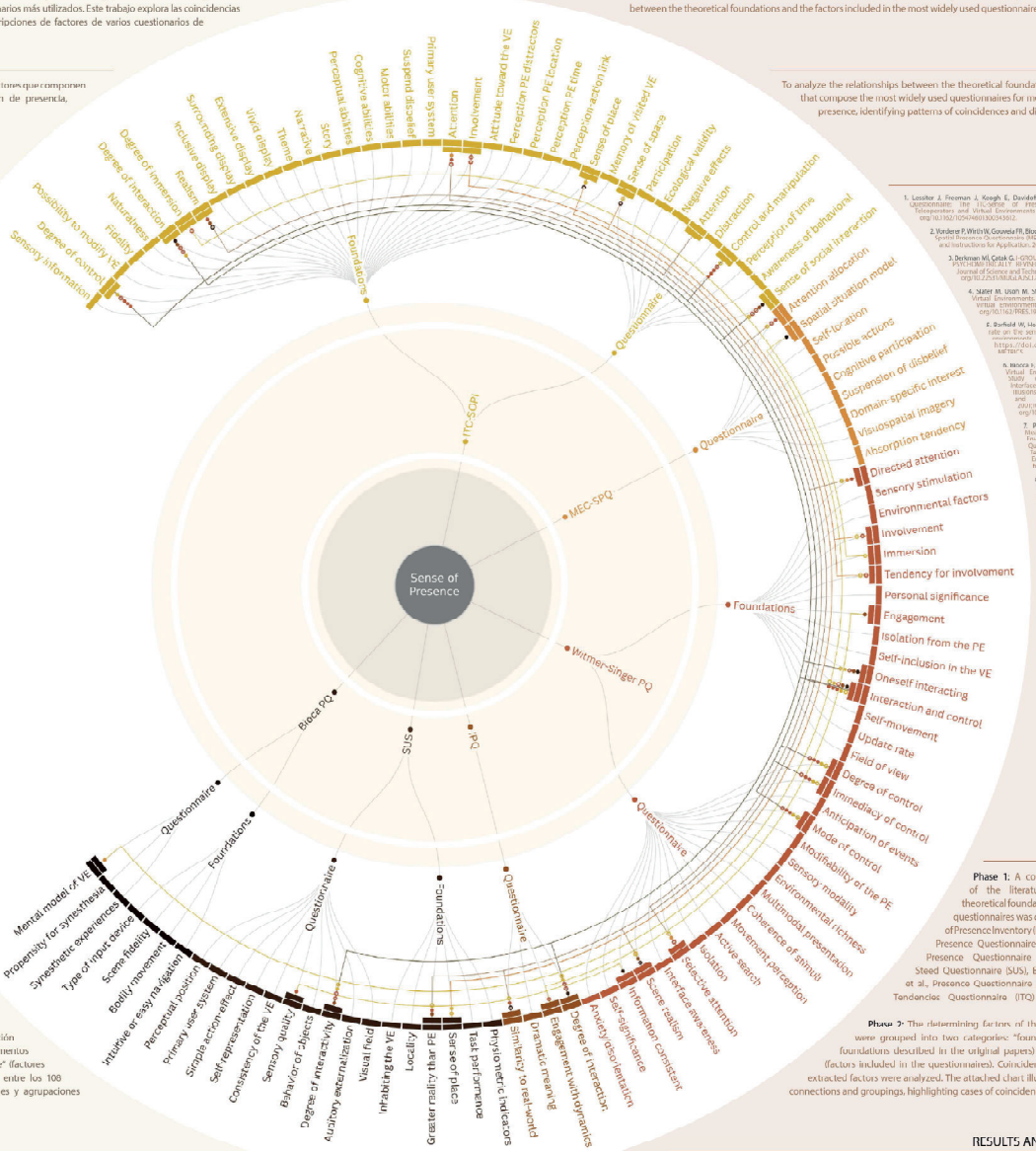
9. International Society for Presence Research n.d. https://ispr.info/ (accessed October 25, 2023).

10. Sheridan TB. Musings on Telepresence and Virtual Presence. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 1992;1:120–6. https://doi.org/10.1162/pres.1992.1.1.120.

METODOLOGÍA

Fase 1. Se realizó una revisión exhaustiva de la literatura que describe los fundamentos teóricos de los siguientes cuestionarios: ITC-Sense of Presence Inventory (ITC SOPI), MEC Spatial Presence Questionnaire (MEC-SPQ), I-Group Presence Questionnaire (IPQ), Slater-Usoh-Steed Questionnaire (SUS), Barfield et al., Biocca et al., Presence Questionnaire (PQ) e Immersive Tendencies Questionnaire (ITQ) de Witmer-Singer.

Fase 2. Se agruparon los factores determinantes de la sensación de presencia distinguiendo entre: "foundations" (fundamentos teóricos descritos en los papers originales) y "questionnaire" (factores incluidos en el cuestionario). Se analizaron coincidencias entre los 108 factores extraídos. El gráfico adjunto ilustra las conexiones y agrupaciones detectadas, destacando los casos de coincidencia.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 108 factores analizados, solo 10 coincidencias fueron identificadas:

- CONTROL E INTERACTIVIAD — Mencionados 6 veces cada uno.
- IMPLICACIÓN Y SENSACIÓN DE LUGAR — Mencionados 3 veces cada uno.
- ATENCIÓN Y REALISMO — Con 5 y 4 menciones, respectivamente.
- INMERSIÓN, COMPROMISO Y MODELO MENTA — Mencionados 2 veces cada uno.

Los resultados muestran una baja tasa de coincidencia entre los fundamentos teóricos y los factores incluidos en los cuestionarios, lo que sugiere una desconexión entre las bases teóricas y las herramientas de medición. Este hallazgo podría deberse a la evolución del concepto de presencia a lo largo del tiempo o a diferencias en los enfoques de investigación. Destacan especialmente los cuestionarios ITC-SOPI y Witmer-Singer por su amplitud en la inclusión de factores, lo que podría reflejar un intento por capturar una mayor diversidad de dimensiones del constructo.

CONCLUSIÓN

Este análisis resalta la necesidad de una mayor integración entre los fundamentos teóricos y las herramientas de medición de la sensación de presencia. Los cuestionarios más extensos, como los de Witmer-Singer y el ITC-SOPI, ofrecen una base más amplia para capturar diferentes dimensiones del constructo, pero la baja coincidencia general sugiere áreas de mejora en la alineación teórica y práctica.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por la Generalitat Valenciana (Conselleria de Innovación, Universidades, Ciencia y Sociedad Digital), subvención número CIAICO/2022/031. El primer autor cuenta con el apoyo de MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y FSE+ PRE2022-000020.

INTRODUCCTION

The sense of presence is a key construct in virtual environment research and has been addressed through various questionnaires designed to measure its dimensions. Presence has been defined as a psychological state or a subjective perception in which technology mediates the individual's experience, yet the environment is perceived as if the technology is not involved [9]. Understanding and accurately quantifying this multidimensional phenomenon [9] remains an ambiguous challenge. Presence is a subjective sensation or mental manifestation that is not easily susceptible to definition and measurement [10]. Numerous questionnaires have been developed to measure it, with some being commonly used across various fields of study. For instance, prominent examples include the ITC Sense of Presence Inventory (ITC SOPI) [1], MEC Spatial Presence Questionnaire (MEC-SPQ) [2], I-Group Presence Questionnaire (IPQ) [3], Slater-Usoh-Steed Questionnaire (SUS) [4], Barfield et al. [5], Biocca et al. [6], and the Presence Questionnaire (PQ) [7] and Immersive Tendencies Questionnaire (ITQ) [8] by Witmer-Singer. However, significant differences exist between the theoretical foundations and the factors included in the most widely used questionnaires. This work explores

OBJECTIVE

To analyze the relationships between the theoretical foundations and the factors that compose the most widely used questionnaires for measuring the sense of presence, identifying patterns of coincidences and discrepancies.

REFERENCES

1. Lessiter J, Freeman J, Keogh E, Davidoff J. A Cross-Media Presence Questionnaire: The ITC-Sense of Presence Inventory. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 2001;10:282–97. https://doi.org/10.1162/105474601300343612

2. Vorderer P, Wirth W, Gouveia FR, Biocca F, Saari T, Jäncke F, et al. MEC Spatial Presence Questionnaire (MEC-SPQ): Short Documentation and Instructions for Application. 2004.

3. Berkman MI, Çatak G. I GROUP PRESENCE QUESTIONNAIRE: PSYCHOMETRICALLY REVISED ENGLISH VERSION. Mugla Journal of Science and Technology. 2021;7:1–10. https://doi.org/10.22531/MUGLAJSCI.882271.

4. Slater M, Usoh M, Steed A. Depth of Presence in Virtual Environments. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 1994;3:130–44. https://doi.org/10.1162/PRES.1994.3.2.130.

5. Barfield W, Hendrix C. The effect of update rate on the sense of presence within virtual environments. Virtual Real. 1995;1:3–15. https://doi.org/10.1007/BF02009709.

6. Biocca F, Jin K, Choi Y. Visual Touch in Virtual Environments: An Exploratory Study of Presence, Multimodal Interfaces, and Cross-Modal Sensory Illusions. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 2001;10:247–65. https://doi.org/10.1162/105474601300343595.

7. PQ: Witmer BG, Singer MJ. Measuring Presence in Virtual Environments: a presence Questionnaire. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 1998;7:225–40. https://doi.org/10.1162/105474698565686.

8. ITQ: Witmer BG, Singer MJ. Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 1998;7:225–40. https://doi.org/10.1162/105474698565686.

9. International Society for Presence Research n.d. https://ispr.info/ (accessed October 25, 2023).

10. Sheridan TB. Musings on Telepresence and Virtual Presence. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 1992;1:120–6. https://doi.org/10.1162/pres.1992.1.1.120.

METHODS

Phase 1: A comprehensive review of the literature describing the theoretical foundations of the following questionnaires was conducted: ITC-Sense of Presence Inventory (ITC SOPI), MEC Spatial Presence Questionnaire (MEC-SPQ), I-Group Presence Questionnaire (IPQ), Slater-Usoh-Steed Questionnaire (SUS), Barfield et al., Biocca et al., Presence Questionnaire (PQ), and Immersive Tendencies Questionnaire (ITQ) by Witmer-Singer.

Phase 2: The determining factors of the sense of presence were grouped into two categories: "foundations" (theoretical foundations described in the original papers) and "questionnaire" factors included in the questionnaires). Coincidences among the 108 extracted factors were analyzed. The attached chart illustrates the detected connections and groupings, highlighting cases of coincidence.

RESULTS AND DISCUSSION

Out of the 108 factors analyzed, only 10 coincidences were identified:

- CONTROL AND INTERACTIVITY — Mentioned 6 times each.
- INVOLVEMENT AND SENSE OF PLACE — Mentioned 3 times each.
- ATTENTION AND REALISM — With 5 and 4 mentions, respectively.
- IMMERSION, ENGAGEMENT AND MENTAL MODEL — Mentioned 2 times each.

The results show a low rate of coincidence between the theoretical foundations and the factors included in the questionnaires, suggesting a disconnect between the theoretical bases and the measurement tools. This finding could be attributed to the evolution of the concept of presence over time or differences in research approaches. Notably, the ITC-SOPI and Witmer-Singer questionnaires stand out for their breadth in the inclusion of factors, which may reflect an attempt to capture a greater diversity of dimensions of the construct.

CONCLUSION

This analysis highlights the need for greater integration between the theoretical foundations and the measurement tools of the sense of presence. The more extensive questionnaires, such as those by Witmer-Singer and the ITC-SOPI, provide a broader basis for capturing different dimensions of the construct. However, the general low rate of coincidence suggests areas for improvement in theoretical and practical alignment.

The graph included in this poster visualizes the connections between theoretical foundations and factors included in the questionnaires. It highlights the overlaps and the distribution of repeated titles, providing a clear view of the detected issues and patterns.

ACKNOWLEDGMENT

This research was funded by Generalitat Valenciana (Conselleria de Innovación, Universidades, Ciencia y Sociedad Digital), grant number CIAICO/2022/031. The first author is supported by MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y FSE+ PRE2022-000020.

ENFOQUE MULTIDIMENSIONAL DE LA RELACIÓN ENTRE LAS DIMENSIONES PSICOFISIOLÓGICAS, ECONÓMICAS Y DE SALUD EN LA SELECCION DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

MULTIDIMENSIONAL APPROACH OF THE RELATIONSHIP BETWEEN PSYCHOPHYSIOLOGICAL, ECONOMIC, AND HEALTH DIMENSIONS IN BUILDING MATERIAL SELECTION

Carmen Llinares Millán
Neuroarchitecture Lab; Institute for Research on Human-Centered Technology (Human-Tech); Universitat Politècnica de València.
Email: mlnole@htech.upv.es
Marta Bravo
Escuela Técnica Superior de Arquitectura; Universitat Politècnica de València.

Abstract

The selection of construction materials is a complex process that must consider psychophysiological, health, and economic factors, which are difficult to evaluate in an integrated manner due to the lack of holistic approaches. This study proposes an innovative approach using the Quality Function Deployment (QFD) model to simultaneously analyze the psychophysiological, economic, and health dimensions in material selection. QFD correlates the desired objectives with the technical characteristics of the product, facilitating a more balanced material evaluation. The psychophysiological approach focuses on how materials affect users' emotional and physiological responses, utilizing measurements such as EEG (electroencephalogram) or ECG (electrocardiogram). The health approach assesses the risks associated with material toxicity by evaluating hazardous compounds like VOCs (Volatile Organic Compounds). Regarding the economic aspect, data on cost per square meter and users' willingness to pay are collected, allowing an effective comparison of materials. The use of QFD enables more informed decision-making and optimizes material selection, ensuring a balance between wellbeing, costs, and health.

Keywords

Material selection, House of Quality, Psychophysiology, Health, Economics

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

ENFOQUE MULTIDIMENSIONAL DE LA RELACIÓN ENTRE LAS DIMENSIONES PSICOFISIOLÓGICAS, ECONÓMICAS Y DE SALUD EN LA SELECCION DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN MULTIDIMENSIONAL APPROACH OF THE RELATIONSHIP BETWEEN PSYCHOPHYSIOLOGICAL, ECONOMIC, AND HEALTH DIMENSIONS IN BUILDING MATERIAL SELECTION

C. Llinares[1], M. Bravo[2]
[1] Universitat Politècnica de València, Instituto Universitario de Investigación en Tecnología Centrada en el Ser Humano (SPAIN)
[2] Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universitat Politècnica de València, (SPAIN)

INTRODUCCIÓN

La elección de materiales en la construcción es un proceso complejo que debe considerar una variedad de criterios, más allá de las propiedades técnicas. Entre los principales aspectos a considerar en esta decisión se encuentran los efectos psicofisiológicos y de salud sobre los ocupantes, así como los aspectos meramente económicos. Sin embargo, evaluar de manera integrada estos factores es complejo debido a la falta de enfoques holísticos, lo que limita la capacidad de tomar decisiones informadas en la selección de materiales (Nakanishi et al., 2024).

OBJETIVO

El objetivo es proponer un nuevo enfoque que permita analizar de manera integrada las dimensiones psicofisiológicas, económicas y de salud en la selección de materiales de construcción, utilizando el modelo de la Casa de la Calidad para facilitar una evaluación más equilibrada y precisa de su impacto.

ENFOQUE MULTIDIMENSIONAL

La Casa de la Calidad (Quality Function Deployment, (QFD) es una herramienta de gestión que utiliza una matriz para correlacionar las necesidades del cliente con las características técnicas del producto, asegurando que todas las dimensiones del diseño estén alineadas con las necesidades del usuario (Hauser & Clausing, 1988). Aplicada a la selección de materiales permite organizar las diferentes dimensiones (psicofisiológica, económica y de salud) en filas y columnas, con las relaciones entre ellas situadas en el centro, facilitando la evaluación y priorización de materiales según sus impactos en estos tres enfoques interconectados (ver Figura 1). Cada una de estas dimensiones requiere de una metodología diferente para recopilar la información pertinente. Entre todas ellas se responde al QUÉ, CÓMO y CUÁNTO.

PSICOFISIOLOGICO

El enfoque psicofisiológico en la selección de materiales se basa en cómo estos afectan a la respuesta psicológica y fisiológica de los usuarios. Así, materiales como la madera han mostrado inducir respuestas fisiológicas de relajación y confort, mientras el metal o el cemento tienden a generar sensaciones de frialdad y distanciamiento (Burnard et al., 2017; Coşgun et al., 2022).
Metodología para su análisis: implica estudios de campo que evalúan las respuestas de los usuarios mediante experimentos controlados. Estos estudios pueden incluir encuestas y/o mediciones fisiológicas de los usuarios (mediante dispositivos como el electroencefalograma, electrocardiograma o eye-tracking) para evaluar sus reacciones emocionales. En esta línea se encuadra la neuroarquitectura (Higuera et al., 2021).

SALUD

El enfoque de la salud considera los riesgos asociados con la toxicidad de los compuestos y su impacto en la salud de los ocupantes. Los materiales que emiten compuestos orgánicos volátiles (COV) o sustancias tóxicas pueden generar problemas respiratorios, alérgicos y otras enfermedades a largo plazo, por lo que es crucial evaluar estos riesgos para asegurar ambientes saludables (Hammel et al., 2022, Carlstedt et al., 2013).
Metodología para su análisis: evaluación de la toxicidad de los materiales a través de pruebas de laboratorio y estudios sobre la emisión de compuestos peligrosos. Se emplearán análisis químicos y ensayos de exposición a compuestos orgánicos volátiles (COVs) para cuantificar los niveles de toxicidad y su correlación con posibles efectos adversos en la salud humana.

ECONÓMICO

El enfoque económico es esencial para optimizar los recursos y evitar sobrecostos, contribuyendo a la sostenibilidad económica a largo plazo del proyecto (Allacker, 2012).
Metodología para su análisis: recopilación de datos sobre los costes por metro cuadrado, incluyendo los costes de adquisición y mantenimiento. Se utilizarán bases de datos y modelos económicos para calcular la relación coste-beneficio, lo que permite comparar diferentes materiales y su impacto en el presupuesto del proyecto. Otra forma de atender al aspecto económico es analizando la "disposición a pagar" del usuario, mediante cuestionario. Mientras el primer sistema analiza el precio a partir del coste, el segundo se basa en la demanda.

CONCLUSIÓN

La Casa de la Calidad (Quality Function Deployment, QFD) proporciona un enfoque estructurado para integrar diversas dimensiones, permitiendo evaluar simultáneamente los aspectos psicofisiológicos, económicos y de salud. Al conectar estas variables la Casa de la Calidad permite un análisis holístico que optimiza la toma de decisiones, equilibrando de manera eficaz los beneficios y riesgos inherentes a cada opción de material, y garantizando soluciones más sostenibles y saludables para el entorno construido.

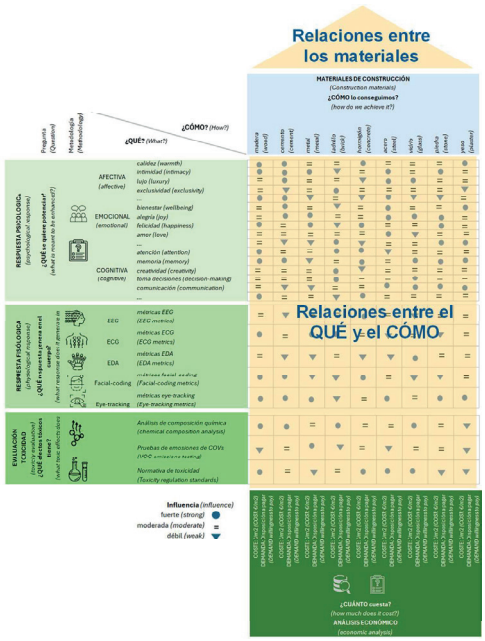


Fig.1: Enfoque multidimensional para la selección de materiales. Nota: Las relaciones mostradas en esta imagen son simuladas y se utilizan únicamente para representar un enfoque teórico.
Fig.1: Multidimensional approach for material selection. Note: The relationships shown in this image are simulated and are used solely to represent a theoretical approach.

INTRODUCTION

The selection of materials in construction is a complex process that must consider a variety of criteria beyond technical properties. Among the key aspects to be considered in this decision are the psychophysiological and health effects on occupants, as well as purely economic factors. However, integrating the evaluation of these factors is challenging due to the lack of holistic approaches, which limits the ability to make informed decisions in material selection (Nakanishi et al., 2024).

OBJECTIVE

The objective is to propose a new approach that allows for the integrated analysis of the psychophysiological, economic, and health dimensions in construction material selection, using the Quality Function Deployment model to facilitate a more balanced and precise evaluation of their impact.

MULTIDIMENSIONAL APPROACH

The Quality Function Deployment (QFD) is a management tool that uses a matrix to correlate customer needs with the product's technical characteristics, ensuring that all design dimensions are aligned with user requirements (Hauser & Clausing, 1988). When applied to material selection, it organizes the different dimensions (psychophysiological, economic, and health) into rows and columns, with the relationships between them placed at the center, facilitating the evaluation and prioritization of materials based on their impacts on these three interconnected dimensions (see Figure 1). Each of these dimensions requires a different methodology to gather the relevant information. Among all of them, the WHAT, HOW, and HOW MUCH are addressed.

PSYCHOPHYSIOLOGICAL

The psychophysiological approach in material selection focuses on how materials affect the psychological and physiological responses of users. For instance, materials such as wood have been shown to induce relaxation and comfort physiological responses, while metal or concrete tend to generate feelings of coldness and detachment (Burnard et al., 2017; Coşgun et al., 2022).
Methodology for analysis: This involves field studies that assess user responses through controlled experiments. These studies may include surveys and/or physiological measurements of users (using devices such as electroencephalograms, electrocardiograms, or eye-tracking) to evaluate their emotional reactions. In this context, neuroarchitecture is framed (Higuera et al., 2021).

HEALTH

The health approach considers the risks associated with the toxicity of compounds and their impact on the health of occupants. Materials that emit volatile organic compounds (VOCs) or toxic substances can cause respiratory, allergic, and other long-term health issues, making it crucial to assess these risks to ensure healthy environments (Hammel et al., 2022, Carlstedt et al., 2013).
Methodology for analysis: Toxicity of materials will be assessed through laboratory tests and studies on the emission of hazardous compounds. Chemical analyses and exposure tests to volatile organic compounds (VOCs) will be used to quantify toxicity levels and their correlation with potential adverse effects on human health.

ECONOMIC

The economic approach is essential for optimizing resources and avoiding cost overruns, contributing to the long-term economic sustainability of the project (Allacker, 2012).
Methodology for analysis: Data collection on costs per square meter, including acquisition and maintenance costs. Databases and economic models will be used to calculate the cost-benefit ratio, allowing the comparison of different materials and their impact on the project budget. Another way of addressing the economic aspect is to analyze the user's "willingness to pay" by means of a questionnaire. While the first system analyzes price based on cost, the second is based on demand.

CONCLUSION

The Quality Function Deployment (QFD) model provides a structured approach to integrate various dimensions, allowing for the simultaneous evaluation of psychophysiological, economic, and health aspects. By connecting these variables, QFD enables a holistic analysis that optimizes decision-making, effectively balancing the benefits and risks inherent in each material option, and ensuring more sustainable and healthier solutions for the built environment.

REFERENCIAS / REFERENCES
Allacker, K. (2012). Environmental and economic optimisation of the floor on grade in residential buildings. The International *Journal of Life Cycle Assessment*, 17, 813-827.
Burnard, M. D., Nyrud, A. Q., Bysheim, K., Kutnar, A., Vahtikari, K., & Hughes, M. (2017). Building material naturalness: perceptions from Finland, Norway and Slovenia. *Indoor and Built Environment*, 26(1), 92-107.
Carlstedt, F., Jönsson, B. A. G., & Bornehag, C. G. (2013). PVC flooring is related to human uptake of phthalates in infants. Indoor air, 23(1), 32-39.
Coşgun, B., Yıldırım, K., & Hidayetoglu, M. L. (2022). Effect of wall covering materials on the perception of cafe environments. *Facilities*, 40(3/4), 214-232.
Hammel, S. C., Levasseur, J. L., Hoffman, K., Phillips, A. L., Lorenzo, A. M., Calafat, A. M., ... & Stapleton, H. M. (2019). Children's exposure to phthalates and non-phthalate plasticizers in the home: the TESIE study. *Environment international*, 132, 105061.
Hauser, J. R., & Clausing, D. (1988). The house of quality.
Higuera-Trujillo, J. L., Llinares, C., & Macagno, E. (2021). The cognitive-emotional design and study of architectural space: A scoping review of neuroarchitecture and its precursor approaches. *Sensors*, *21*(6), 2193.
Nakanishi, E.Y., Poulin, P., Blanchet, P., Dubuis, M.E., Drouin, M., Rhéaume, C. & Goupil-Sormany, I. (2024). A systematic review of the implications of construction materials on occupants' physical and psychological health. *Building and Environment*, 111527.

AGRADECIMIENTOS
Esta publicación forma parte del proyecto PID2022-136582OB-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE.

ACKNOWLEDGMENT
This publication is part of the project PID2022-136582OB-I00, financed by MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE.

CHAPTER 4

HERITAGE

CAPÍTULO 4 ***PATRIMONIO***

ESTRATEGIAS DE PRESERVACIÓN DEL CEMENTERIO BRITÁNICO DE MADRID. UN RECORRIDO TURÍSTICO POR EL CEMENTERIO
PRESERVATION STRATEGIES OF THE BRITISH CEMETERY IN MADRID. A TOURIST TOUR THROUGH THE CEMETERY

Ana Girbés Baroja
Graduada en Conservación y Restauración de bienes culturales, por la Universitat Politècnica de València. Especialista en Restauración de Escultura y Arqueología. Máster de Restauración Patrimonial en la Universidad Complutense. Restauradora de Patrimonio Nacional. España. E-mail: ana.girbés.baroja@gmail.com
Marta Girbés Baroja
Graduada en Filosofía y Letras, por la Universidad de Valencia. Master en Profesorado en la Universidad Complutense. España. E-mail: marta.girbes.baroja@gmail.com
Jorge Girbés Pérez
Profesor Titular de Universidad. Arquitecto Técnico por la UPV, Doctor Arquitecto por la UPV por la Tesis: Arquitectura Ecléctico-funeraria de la Ciudad de Valencia. El Cementerio General de Valencia, Ingeniero de Edificación por la UCLM. Professor of University School. Technical Architect by the UPV, PhD in Architecture by the UPV for the Thesis: Eclectic-Funerary Architecture of the City of Valencia. The General Cemetery of Valencia, Building Engineer by the UCLM. E-mail: jgirbes@ega.upv.es

Miembros de las Redes Española e Iberoamericana de Cementerios Patrimoniales.

Abstract

The British Cemetery in Madrid, founded in 1854 and owned by the British Government, has played a significant role in the city's history. Initially created to provide a resting place for non-Catholic British citizens living in Madrid, this cemetery has evolved to become a cultural and architectural testimony.

For this work, various studies have been carried out on the environment of the Community of Madrid, which is essential to understand the region in its entirety, including its history, geography, economy, culture and society. An analysis of the vulnerability of the property to different threats of natural origin, crucial for its conservation and protection and thus achieving an understanding of how different natural risks could affect its integrity and heritage value. A study of local climatic conditions and possible risks of anthropic origin, together with an approximation of the environmental factors that are in constant contact with the property, thus being the main agents of deterioration that act on it. And finally, a study of the state of conservation in which the cemetery is located.

Carrying out a diagnosis of the asset, which emphasizes the main dangers and threats faced by the asset selected as a case study. After this, the preservation measures, enhancement strategies and registration process of this cultural heritage will be developed.

As well as a proposal for a tourist-cultural tour of the cemetery.

The study has highlighted the importance of the cemetery from a historical and cultural perspective by documenting the lives of the personalities buried there and their impact on local and transnational history. This method increases public awareness of the value of the cemetery by emphasizing its historical and cultural value.

Urban pressures, vandalism and lack of public awareness are some of the threats and challenges facing the conservation of the cemetery. These threats require a well-planned conservation strategy that includes physical preservation and restoration actions, as well as public awareness programs to engage the community and ensure its continued support.

Keywords
British Cemetery, Heritage, Protection, Vandalism, Urban Planning

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

ESTRATEGIAS DE PRESERVACIÓN DEL CEMENTERIO BRITÁNICO DE MADRID UN RECORRIDO TURÍSTICO POR EL CEMENTERIO

PRESERVATION STRATEGIES OF THE BRITISH CEMETERY IN MADRID A TOURIST TOUR THROUGH THE CEMETERY

Ana Girbés Baroja[1,2,3,7] Marta Girbés Baroja[4,7] Jorge Girbés Pérez[5,6,7]
Restauración-BBAA-UPV [1] Máster Restauración (UCM)[2] Patrimonio Nacional[3] Grado Filosofía y Letras[4] ETSIE[5] EGA-UPV[6] Redes Española e Iberoamericana de Cementerios Patrimoniales[7]

INTRODUCCIÓN

El Cementerio Británico de Madrid, fundado en 1854 y propiedad del Gobierno Británico, ha tenido un papel significativo en la historia de la ciudad. Inicialmente creado para proporcionar un lugar de descanso a ciudadanos británicos no católicos que vivían en Madrid, este cementerio ha evolucionado para convertirse en un testimonio cultural y arquitectónico.

Para este trabajo, se han realizado diversos estudios, del entorno de la Comunidad de Madrid, fundamental para comprender la región en su totalidad, incluyendo su historia, geografía, economía, cultura y sociedad. Un análisis de vulnerabilidad del bien ante diferentes amenazas de origen natural, crucial para su conservación y protección y así conseguir la comprensión de cómo diferentes riesgos naturales podrían afectar su integridad y valor patrimonial. Un estudio de las condiciones climáticas locales y los posibles riesgos de origen antrópico, junto con una aproximación de los factores ambientales que están en constante contacto con el bien, siendo así los principales agentes de deterioro que actúan sobre este. Y finalmente un estudio del estado de conservación en el que se encuentra el cementerio.

INTRODUCTION

The British Cemetery in Madrid, founded in 1854 and owned by the British Government, has played a significant role in the city's history. Initially created to provide a resting place for non-Catholic British citizens living in Madrid, this cemetery has evolved to become a cultural and architectural testimony.

For this work, various studies have been carried out on the environment of the Community of Madrid, which is essential to understand the region in its entirety, including its history, geography, economy, culture and society. An analysis of the vulnerability of the property to different threats of natural origin, crucial for its conservation and protection and thus achieving an understanding of how different natural risks could affect its integrity and heritage value. A study of local climatic conditions and possible risks of anthropic origin, together with an approximation of the environmental factors that are in constant contact with the property, thus being the main agents of deterioration that act on it. And finally a study of the state of conservation in which the cemetery is located.



Imágenes 1-2-3. Acceso al Cementerio (Calle, Detalle e interior)
Images 1-2-3. Access to the Cemetery (Street, Detail and interior)

OBJETIVOS

Realización de un diagnóstico del bien, en el que se enfatizan los principales peligros y amenazas al que se enfrenta el bien seleccionado como caso de estudio. Tras esto se procederá al desarrollo de las medidas de preservación, estrategias de puesta en valor y proceso de registro de este patrimonio cultural.
Así como una propuesta de recorrido Turístico-cultural por el cementerio.

OBJETIVES

Carrying out a diagnosis of the asset, which emphasizes the main dangers and threats faced by the asset selected as a case study. After this, the preservation measures, enhancement strategies and registration process of this cultural heritage will be developed.
As well as a proposal for a tourist-cultural tour of the cemetery.

DESCRIPCION GENERAL

Este singular camposanto está formado por sepulturas de *"Panteones de Reducidas Dimensiones"*, rodeadas de unos frondosos jardines al más puro estilo inglés. Entre ellas se encuentran algunas de destacados personajes de la historia de Madrid, como la de William Parish, director del Circo Price entre 1880 y 1916 y yerno del fundador, Thomas Price, un domador de caballos irlandés, perteneciente a una antigua estirpe de acróbatas; la de Margarita Kearney Taylor, primera propietaria del salón de té Embassy; la del francés Emilio Huguenin Lhardy, propietario del restaurante Lhardy, y las de algunos miembros de la familia Loewe. También se encuentra enterrada la historiadora Alice Bache Gould y Quincy, descendiente del presidente de los Estados Unidos John Quincy Adams.
En el Cementerio Inglés hay dos Mausoleos o "Panteones de Grandes Dimensiones" que destacan sobre las demás tumbas. El primero es el Panteón de la familia Bauer, una familia de origen judío, a la que se le atribuye ser la responsable de la apertura de la primera sinagoga de España tras la expulsión de los judíos por los Reyes Católicos. El monumento funerario fue diseñado por el arquitecto Fernando Arbós y Tremanti. El Segundo es el de la familia Tertsch. Es un Mausoleo con forma de pirámide, de clara influencia masónica.



Imagen 4. Propuesta de Recorrido
Image 4. Route Proposal

GENERAL DESCRIPTION

This unique cemetery is made up of tombs from *"Pantheons of Reduced Dimensions"*, surrounded by lush gardens in the purest English style. Among them are some of notable figures in the history of Madrid, such as William Parish, director of the Price Circus between 1880 and 1916 and son-in-law of the founder, Thomas Price, an Irish horse trainer, belonging to an ancient line of acrobats; that of Margarita Kearney Taylor, first owner of the Embassy tearoom; that of the Frenchman Emilio Huguenin Lhardy, owner of the Lhardy restaurant, and those of some members of the Loewe family. Also buried is historian Alice Bache Gould y Quincy, a descendant of United States President John Quincy Adams.

In the English Cemetery there are two Mausoleums or "Pantheons of Large Dimensions" that stand out from the other tombs. The first is the Pantheon of the Bauer family, a family of Jewish origin, which is credited with being responsible for the opening of the first synagogue in Spain after the expulsion of the Jews by the Catholic Monarchs. The funerary monument was designed by the architect Fernando Arbós y Tremanti. The Second is that of the Tertsch family. It is a pyramid-shaped Mausoleum, with clear Masonic influence.

CONCLUSIONES

- **Se ha examinado el marco legal español e internacional que regula la conservación de cementerios extranjeros, proporcionando una base legal sólida para las acciones de conservación. Esta investigación normativa es crucial porque garantiza que cualquier intervención en el cementerio cumpla con las leyes y regulaciones pertinentes, protegiéndolo a largo plazo.**
- **La evaluación completa del estado de conservación del cementerio ha identificado posibles riesgos futuros y áreas críticas que requieren intervención inmediata. Para asegurarse de que los recursos se utilicen de manera eficiente y efectiva, este análisis ha sido fundamental para priorizar las acciones de conservación.**
- **El estudio ha destacado la importancia del cementerio desde una perspectiva histórica y cultural al documentar la vida de las personalidades enterradas allí y su impacto en la historia local y transnacional. Este método aumenta la conciencia pública del valor del cementerio al enfatizar su valor histórico y cultural.**
- **Las presiones urbanísticas, el vandalismo y la falta de conciencia pública son algunas de las amenazas y desafíos que enfrentan la conservación del cementerio. Estas amenazas requieren una estrategia de conservación bien planificada que incluya acciones físicas de preservación y restauración, así como programas de sensibilización pública para involucrar a la comunidad y asegurar su apoyo continuo.**

CONCLUSIONS

- **The Spanish and international legal framework regulating the conservation of foreign cemeteries has been examined, providing a solid legal basis for conservation actions. This regulatory investigation is crucial because it ensures that any intervention in the cemetery complies with relevant laws and regulations, protecting it in the long term.**
- **The full assessment of the state of conservation of the cemetery has identified potential future risks and critical areas requiring immediate intervention. To ensure that resources are used efficiently and effectively, this analysis has been instrumental in prioritizing conservation actions.**
- **The study has highlighted the importance of the cemetery from a historical and cultural perspective by documenting the lives of the personalities buried there and their impact on local and transnational history. This method increases public awareness of the value of the cemetery by emphasizing its historical and cultural value.**
- **Urban pressures, vandalism and lack of public awareness are some of the threats and challenges facing the conservation of the cemetery. These threats require a well-planned conservation strategy that includes physical preservation and restoration actions, as well as public awareness programs to engage the community and ensure its continued support.**

ANNI ALBERS: GEOMETRÍA Y COLOR EN SU OBRA

ANNI ALBERS: GEOMETRY AND COLOUR IN HER WORKS

Jorge García-Valldecabres
Investigador en el Dpto. Expresión Gráfica Arquitectónica*; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n,* Building-B1*, 46022 Valencia, España. Profesor Titular de Universidad en la UPV. E-mail:* jgvallde@ega.upv.es
Escuela de Ingeniería de la Edificación, Centro de Investigación Arquitectura, Patrimonio y Gestión del Desarrollo Sostenible PEGASO (https://pegaso.webs.upv.es/) Grupo AG_BIM-PATRIMONIO.

Luis Cortés Meseguer
Investigador en el Dpto. de Construcciones Arquitectónicas*; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n,* Building-C1*, 46022 Valencia, España.* Profesor Contratado Doctor en la UPV. *E-mail: luicorme@upv.es*
Escuela de Ingeniería de la Edificación, Centro de Investigación de Tecnología de la Edificación. cite@csa.upv.es

Li Liqun
Diseñadora / Designer and Student of PhD / Doctoral School Universitat Politècnica Valencia

Abstract

The study analyses the work of Anni Albers (1899-1994), through design, colour and the formal characteristics of her designs: lines, colours and geometry. The project focuses on two works in the 1960s whose visual effects are realised in parallel with Josef Albers (1888-1976); and a second analysis of textile design in the 1970s characterised by the study of the interaction of colour and patterns geometry. Both derive from certain didactic concepts of Anni Albers because of her collaboration at the School Bauhaus.

En el proyecto, los autores reflexionan sobre el concepto de que todas las cosas en el mundo pueden reducirse a simples líneas simbólicas, basadas en puntos, líneas y superficies, y sobre la relación entre planos y elevaciones. These elements, the shape and color represented, are underlined, interrelated, and influenced by each other. As well as the repetitions of the designs in the fabrics of the collection. Finally, from this study, the compositional fact is analyzed and graphically realized to understand the creative process of the artist.

Keywords

Colour, Pattern, Design, Textile, Architecture

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

ANNI ALBERS: GEOMETRÍA Y COLOR EN SU OBRA
DESIGN AND ANNI ALBERS: GEOMETRY AND COLOUR IN HER WORKS

Liqun Li [1] Luis Cortés Meseguer [2] Jorge García Valldecabres [3]
Student of PhD / Doctoral School [1] / C. of Research in Construcción Tecnología [2] / C. of Inv. Architecture, Heritage and Management. Sustainable Development. [3] Universitat Politècnica Valencia 1 2 3

INTRODUCCIÓN

El estudio analiza la obra de Anni Albers (1899-1994) a través del diseño, el color y las características formales de sus diseños: líneas, colores y geometría. El proyecto se centra en dos obras de los años sesenta cuyos efectos visuales se realizan en paralelo con Josef Albers (1888-1976); y un segundo análisis del diseño textil de los años setenta caracterizado por el estudio de la interacción del color y la geometría. Ambos derivan de ciertos conceptos didácticos de Anni Albers debido a su colaboración en la Escuela de la Bauhaus.

En el proyecto, reflexiona sobre el concepto de que todas las cosas en el mundo pueden reducirse a simples líneas simbólicas, basadas en puntos, líneas y superficies, y en la relación entre planos y elevaciones. Estos elementos, la forma y el color representados, están subrayados, interrelacionados e influenciados entre sí. Así como las repeticiones de los diseños en los tejidos de la colección. Finalmente, como resultado de este estudio, se analiza y realiza gráficamente el hecho compositivo para comprender el proceso creativo del artista.

OBJETIVOS

Estudiar las interacciones del color y las formas del patrón, mediante el análisis de los hechos compositivos, realizados digital y gráficamente, para comprender el proceso creativo del artista. Todo ello, aplicado y focalizado en dos obras concretas de la etapa de los años sesenta Imagen 1 y 2. y la otra un segundo análisis del diseño textil de la década de los setenta Imagen 3 y 4.

INTRODUCTION

The study analyses the work of Anni Albers (1899-1994), through design, colour and the formal characteristics of her designs: lines, colours and geometry. The project focuses on two works in the 1960s whose visual effects are realised in parallel with Josef Albers (1888-1976); and a second analysis of textile design in the 1970s characterised by the study of the interaction of colour and geometry. Both derive from certain didactic concepts of Anni Albers because of her collaboration at the Bauhaus School.

In the project, it reflects on the concept that all things in the world can be reduced to simple symbolic lines, based on points, lines and surfaces, and on the relationship between planes and elevations. These elements, form and colour represented, are underlined, interrelated and influenced by each other. As well as the repetitions of the designs in the fabrics of the collection. Finally, as a result of this study, the compositional fact is analysed and graphically realised in order to understand the artist's creative process.

OBJECTIVES

To study the interactions of color and pattern shapes, through the analysis of compositional facts, made digitally and graphically, to understand the artist's creative process. All this, applied and focused on two specific works from the period of the sixties Image 1 and 2. and the other a second analysis of textile design in the seventies Image 3 and 4.



Imagen 1.
Image 1.

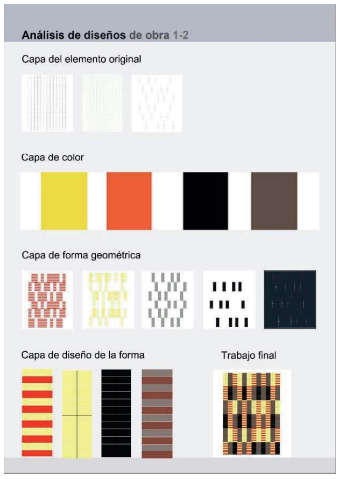


Imagen 2.
Image 2.

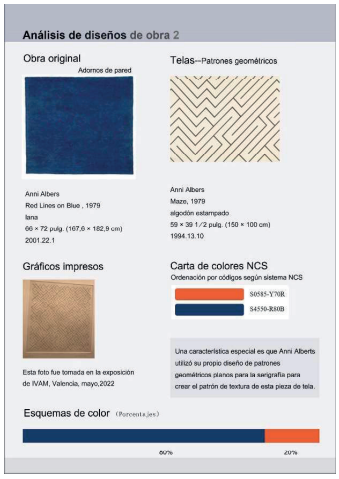


Imagen 3.
Image 3.

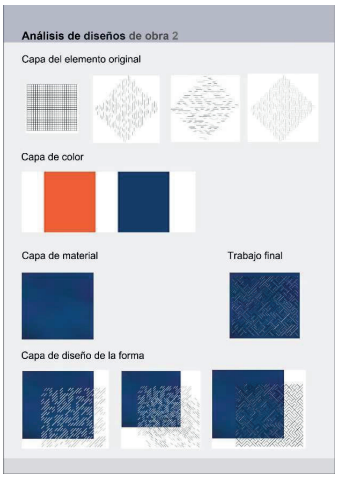


Imagen 4.
Image 4.

Plan del experimento y resultados

Las sencillas formas geométricas y las sutiles combinaciones de colores que caracterizan las obras textiles de Anne Albers, que en su conjunto parecen formar un cuadro perfecto de los efectos de la luz y la sombra, constituyen un profundo vínculo intrínseco entre la composición y la arquitectura y el diseño moderno. Este enfoque está en la misma línea que la atención prestada a los efectos de luz y sombra, las formas geométricas y las texturas de los materiales en el diseño arquitectónico moderno, inyectando calidez y vida al espacio arquitectónico y humanizando la fría y dura estructura arquitectónica.
Por ejemplo, se muestra en la Imagen 7.

Experiment plan and results

The simple geometric forms and subtle colour combinations that characterise Anne Albers' textile works, which together seem to form a perfect picture of the effects of light and shadow, constitute a deep intrinsic link between composition and architecture and modern design. This approach is in line with the attention paid to the effects of light and shadow, geometric forms and material textures in modern architectural design, injecting warmth and life into the architectural space and humanising the cold, hard architectural structure.

For example, shown in Image 7.



Imagen 5.
Image 5.
El edificio de la Bauhaus en Dessau desde el ventanal de la escalera (foto: © CSA)
Citado por https://www.aceprensa.com/cultura/la-bauhaus-de-dessau-un-resurgir-cultural-legendario/



Imagen 6.
Image 6.
Citado por https://archilio.fr/projet/dessau-bauhaus/

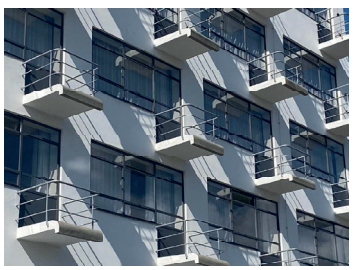


Imagen 7.
Image 7.
Residencia de alumnos de la Bauhaus en Dessau con sus balcones (foto: © CSA)
Citado por https://www.aceprensa.com/cultura/la-bauhaus-de-dessau-un-resurgir-cultural-legendario/



Imagen 8.
Citado por
https://www.expansion.com/fueradeserie/arquitectura/2024/11/29/672e51f9e5fdea9b488b45bc.html

Conclusiones

•Los diseños geométricos y coloristas de Anni Albers no sólo reflejan el valor estético único del arte textil, sino que lo elevan a la altura del diseño arquitectónico.
•Los textiles de Anni Albers es la combinación de colores y patrón define una nueva forma de combinar el color y los textiles, mediante los modelos, las piezas que se aplican también en la arquitectura.
• Este enfoque se puede aplicar a cualquier campo del diseño, sean tejidos, arquitectura, cerámica o de otros.

Conclusions

•Anni Albers' geometric and colourful designs not only reflect the unique aesthetic value of textile art but elevate it to the height of architectural design.
•Anni Albers' textiles is the combination of colour and pattern that defines a new way of combining colour and textiles, through the models, the pieces that are also applied in architecture.
•This approach can be applied to any field of design, be it textiles, architecture, ceramics or others.

SUSTAINABLE FACTORS IN THE STUDY AND ANALYSIS OF TRADITIONAL CONSTRUCTION TYPOLOGIES FOR THEIR CONSERVATION IN THE GOLDEN TRIANGLE OF COLOMBIA.

FACTORES SOSTENIBLES EN EL ESTUDIO Y ANÁLISIS DE TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS TRADICIONALES PARA SU CONSERVACIÓN EN EL TRIÁNGULO DE ORO DE COLOMBIA.

Kevin Alexander Echeverry Bucurú
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València I España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: kaechbuc@doctor.upv.es

Javier Cárcel Carrasco
Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universitat Politècnica de València I España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fracarc1@csa.upv.es
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València I España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fracarc1@csa.upv.es

Fabiola Colmenero Fonseca
Investigadora en el Dpto. Arquitectura diseño y comunicación; Universidad Lasalle México, fabiola.colmenero@lasalle.mx. Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universidad Politécnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. University Institute of Materials Technology fcolfon@upvnet.upv.es

Alejandro Guzmán Ramírez
Investigador Universidad de Guanajuato, Departamento de Arquitectura. Av. Juárez 77. 36000 Guanajuato, Gto. México.
e-mail: alejandroguzman06@gmail.com

Andrés Salas Montoya
Research Prof. Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.Civil Engineering Department, Carrera 27, 64-60, Manizales Colombia, 170001, e-mail: asalasmo@unal.edu.co

Abstract

Among the main challenges of the colonization of Antioquia or muleteers (nineteenth century) from the Department of Antioquia to Old Caldas was the domination of the slopes and slopes of the Andes Mountains, in addition to being able to build settlements with the capacity to withstand the strong telluric movements that affect the area of the Golden Triangle of Colombia. The muleteers who entered the jungle of Old Caldas saw the need to rethink the construction techniques that were inherited from the Spanish colony (16th-19th century) and techniques applied in their native Antioquia in order to overcome challenges in relation to climate and complex topography. With the above, various types of "bahareques" and construction systems were created, such as the "tremor style" of Caldas. The intention of this poster is to share the processes developed to be able to carry out sustainable research from the application of the SDGs in relation to ESG criteria. in favor of the contributions to the communities within the study area that are part of the doctoral research to be carried out, rescuing the transmission of traditional and heritage knowledge to new generations by experts in the construction of "bahareque" technique and guadua.

Keywords: Sustainable research, traditional construction technique, bahareque technique, Colombia.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

Factores sostenibles en el estudio y análisis de tipologías constructivas tradicionales para su conservación en el triángulo de oro de Colombia.

SUSTAINABLE FACTORS IN THE STUDY AND ANALYSIS OF TRADITIONAL CONSTRUCTION TYPOLOGIES FOR THEIR CONSERVATION IN THE GOLDEN TRIANGLE OF COLOMBIA.

Echeverry Bucurú Kevin Alexander [1], Cárcel Carrasco Francisco Javier[1]-4, Colmenero Fonseca Fabiola[3]-4, Guzman Ramírez Alejandro5, Salas Montoya Andrés[2].
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València.1; Research Prof. Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.Civil Engineering Department, 2;Investigadora en el Dpto. Arquitectura diseño y comunicación; Universidad Lasalle México 3; Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universidad Politécnica de València 4; Investigador Universidad de Guanajuato, Departamento de Arquitectura 5.

INTRODUCCIÓN-INTRODUCTION

Dentro de los principales retos de la colonización antioqueña o arriera (S.XIX) desde el Departamento de Antioquia hasta el Viejo Caldas estuvo el dominio de las laderas y vertientes de la Cordillera de los Andes, además de poder levantar asentamientos con la capacidad de soportar los fuertes movimientos telúricos que afectan la zona del Triángulo de Oro de Colombia. Los arrieros que ingresaron a la selva del Viejo Caldas se vieron en la necesidad de replantear las técnicas constructivas que se heredaron de la colonia española (Siglo XVI-Siglo XIX) y técnicas aplicadas en su natal Antioquia para poder sobrepasar desafíos en relación al clima y topografía compleja. Con lo anterior, se crearon diversos tipos de "bahareques" y sistemas constructivos como el "estilo temblorero" de Caldas. La intención de este poster es compartir los procesos desarrollados para poder realizar una investigación sostenible desde la aplicación de los ODS en relación a los criterios ESG, en favor de los aportes a las comunidades dentro del área de estudio que hacen parte de la investigación doctoral a realizar, rescatando la transmisión de saberes tradicionales y patrimoniales a nuevas generaciones por parte de expertos en la construcción en bahareque y guadua.

Among the main challenges of the colonization of Antioquia or muleteers (nineteenth century) from the Department of Antioquia to Old Caldas was the domination of the slopes and slopes of the Andes Mountains, in addition to being able to build settlements with the capacity to withstand the strong telluric movements that affect the area of the Golden Triangle of Colombia. The muleteers who entered the jungle of Old Caldas saw the need to rethink the construction techniques that were inherited from the Spanish colony (16th-19th century) and techniques applied in their native Antioquia in order to overcome challenges in relation to climate and complex topography. With the above, various types of "bahareques" and construction systems were created, such as the "tremor style" of Caldas. The intention of this poster is to share the processes developed to be able to carry out sustainable research from the application of the SDGs in relation to ESG criteria. in favor of the contributions to the communities within the study area that are part of the doctoral research to be carried out, rescuing the transmission of traditional and heritage knowledge to new generations by experts in the construction of "bahareque" technique and guadua.

UBICACIÓN-LOCATION

El triángulo de oro se conforma por el territorio demarcado por las tres ciudades principales de Colombia (Bogotá, Medellín y Santiago de Cali). Su área ocupa los Departamentos de Antioquia, Caldas, Cundinamarca, Quindío, Risaralda, Tolima y el Norte del Valle del Cauca.
The Colombia's golden triangle is made up of the territory demarcated by the three main cities of Colombia (Bogotá, Medellín and Santiago de Cali). Its area occupies the Departments of Antioquia, Caldas, Cundinamarca, Quindío, Risaralda, Tolima and the North of Valle del Cauca.

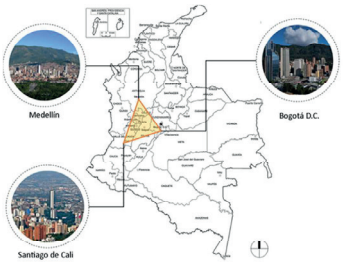


Fig. 1 Mapa de Colombia con la demarcación del triángulo de oro. Se resaltan las tres ciudades principales. [Elaboración propia] 2024.

Durante el Siglo XIX este territorio fue ocupado debido a la migración de "arrieros" antioqueños que desde el norte crearon sendas y caminos fundacionales a través de las montañas de los Andes, siendo el primero el camino que une a Sonsón (Antioquia) con Manizales (Caldas). Este camino posteriormente a inicios de siglo XX se extendió y permitió la creación del Departamento de Quindío, frontera con el Norte del Valle del Cauca.
During the 19th Century this territory was occupied due to the migration of "Muleteers" from Antioquia who from the north created trails and foundational roads through the Andes Mountains, the first being the road that connects Sonsón (Antioquia) with Manizales (Caldas). This road was later extended at the beginning of the 20th Century and allowed the creation of the Department of Quindío, border with the north of Valle del Cauca.

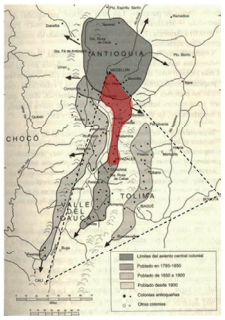


Fig. 2 Mapa de los senderos fundacionales y demarcación del triángulo de oro. Se resaltan el eje Sonsón-Manizales. [Elaboración propia] 2024.

OBJETIVOS-OBJETIVES

- Identificar las tipologías constructivas aplicadas en la región del triángulo de oro de Colombia en el eje fundacional de Sonsón a Quindío.
- Identificar las problemáticas desde sus causas y posible soluciones para el buen mantenimiento de los sistemas constructivos de la región.
- Proponer estrategias de divulgación de saberes por medio de acciones participativas entre integrantes de la comunidad local y expertos en los sistemas constructivos tradicionales.
- Desarrollar un plan de acción y metodología desde los ODS y las estrategias ESG, abordando los interés de preservación de saberes constructivos y patrimoniales del triángulo de oro.

- *To identify the construction typologies applied in the region of the golden triangle of Colombia in the foundational axis from Sonsón to Quindío.*
- *Identify the problems from their causes and possible solutions for the good maintenance of the construction systems of the region.*
- *Propose strategies for the dissemination of knowledge through participatory actions between members of the local community and experts in traditional construction systems.*
- *Develop an action plan and methodology based on the SDGs and ESG strategies, addressing the interests of preserving constructive and heritage knowledge in the Golden Triangle*

RESULTADOS-RESULTADOS

- Los procesos desarrollados se plantearon desde estrategias ESG y los ODS. De esta forma, se desarrollarlo de talleres abiertos al publico con participantes de diversas edades.
- Se desarrolló una propuesta ambiental desde los ODS 12 Y 13, entendiendo los usos y requerimientos para el uso de la guadua como material base de construcción del bahareque.
- A nivel social, desde los ODS 4 Y 11, se consideró la enseñanza intergeneracional y transmisión de saberes por parte de los expertos locales con trayectorias superiores a 20 años.
- Además de lo anterior, se utilizó como espacio de trabajo y exploración una vivienda del municipio, de modo que una familia fue beneficiada por la actividad.
- A nivel de gobierno, desde el ODS 17 y el plan nacional de desarrollo, se realizó un trabajo con estrategias de alianzas gubernamentales y universitarias. Adicionalmente, se da cumplimiento al interés gubernamental de la preservación de saberes tradicionales y conservación del patrimonio nacional.

- *The processes developed were based on ESG strategies and the SDGs. In this way, workshops were developed with participants of different ages.*
- *An environmental proposal was developed from SDGs 12 and 13, understanding the uses and requirements for the use of bamboo as a base material for the construction of bahareque.*
- *At the social level, since SDGs 4 and 11, intergenerational teaching and transmission of knowledge by local experts with trajectories of more than 20 years was considered.*
- *In addition to the above, a house in the municipality was used as a work and exploration space, so that a family benefited from the activity.*
- *At the government level, from SDG 17 and the national development plan, work was carried out with strategies of government and university alliances. In addition, the government's interest in the preservation of traditional knowledge is fulfilled*

METODOLOGÍA– METHODOLOGY

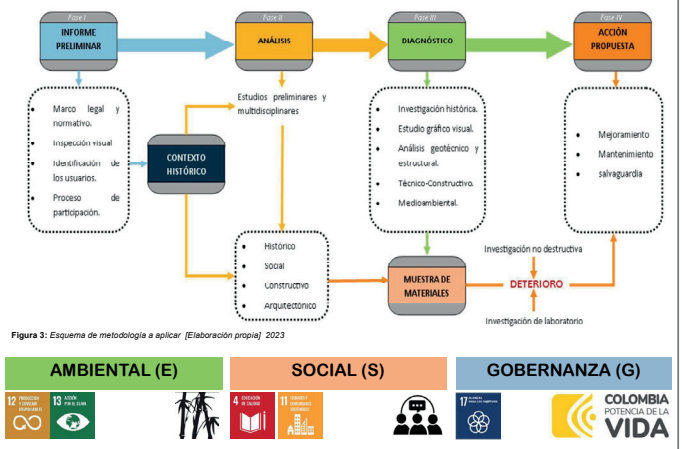


Figura 3: *Esquema de metodología a aplicar [Elaboración propia] 2023*

Figura 4: *ESG en relación a los ODS en favor de la investigación sostenible [Elaboración propia] 2024*









Figura 5: Trabajo comunitario.

Figura 6: Descarga de material para mezcla de bahareque.

Figura 7: Deterioro a muro de bahareque al interior de vivienda.

Figura 8: Preparación de bahareque. Explicación de Maestro en obra.

CONCLUSIONES-CONCLUTIONS

Los procesos enfocados en sostenibilidad requieren de un enfoque dado desde la comunidad local con la cual se va a colaborar. Es importante generar diálogos previos con el fin de poder crear alianzas y abrir oportunidades de mejora y beneficio para las partes involucradas, naturalmente dando prioridad a la comunidad.
Los diálogos intergeneracionales permiten un cruce de información que enriquece ambas partes, de modo que, sea posible identificar elementos tradicionales aportados en las mezclas de bahareque tradicional, tales como bejucos para los amarres, preparación y apuntillado de las latas de guadua, material y disposición de los elementos de cimentación y la preparación de la mezcla con excremento de caballo.

Processes focused on sustainability require an approach from the local community with which you are going to collaborate. It is important to generate prior dialogues in order to create alliances and open opportunities for improvement and benefit for the parties involved, naturally giving priority to the community.

The intergenerational dialogues allow a cross-referencing of information that enriches both parties, so that it is possible to identify traditional elements provided in the mixtures of traditional bahareque, such as vines for the moorings, preparation and shoring of the cans of guadua, material and arrangement of the foundation elements and the preparation of the mixture with horse excrement.

REFERENCIAS-REFERENCES

- Betancourt Jaramillo, C (2018) Género, ambiente y desarrollo: una mirada integradora a partir de la colonización antioqueña. Revista Ciencia Nueva. Vol. 2 Núm. 2. julio - diciembre de 2018
- Esguerra, J.E & Sierra de Mejía, B. (2018) Caminos y fundaciones. Eje Sonsón-Manizales. Universidad Nacional de Colombia.
- Fonseca Martínez, L & Saldarriaga Roa, A (1992) Arquitectura popular en Colombia. Altamir Ediciones
- Pineda Uribe, J (2017) características y patologías constructivas del bahareque tradicional. Universidad Nacional sede Medellín.
- Restrepo Maya, J. (1918) Archivo Historial de Manizales. Imprenta Departamental.
- Robledo, J.E & Flórez Restrepo, G (2016) La arquitectura campesina del bahareque en Caldas: El caso de Pueblo Rico. El Áncora editores.
- Santa, E (2011) Arrieros y fundadores. Alcaldía El Líbano
- Salcedo Salcedo, J (2018) Urbanismo hispanoamericano Siglos XVI XVII Y XVIII. Ujaveriana.
- Tobón Botero, N (2017) Arquitectura de la Colonización Antioqueña. Villegas Editores

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE UN ÍNDICE PARA LA ARQUITECTURA DE LAS IGLESIAS DE LA RUTA FRANCISCANA EN JALISCO, MÉXICO.

ANALYSIS AND VALIDATION OF AN INDEX FOR THE ARCHITECTURE OF THE CHURCHES OF THE FRANCISCAN ROUTE IN JALISCO, MEXICO.

Fabiola Colmenero Fonseca
Investigadora en el Dpto. Arquitectura diseño y comunicación; Universidad La Salle México, fabiola.colmenero@lasalle.mx. Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universidad Politécnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. University Institute of Materials Technology fcolfon@upvnet.upv.es

Javier Cárcel Carrasco
Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universitat Politècnica de València I España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fracarc1@csa.upv.es
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València I España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fracarc1@csa.upv.es

Adolfo Preciado Quiroz
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores De Occidente (ITESO), Departamento del Hábitat y Desarrollo Urbano (DHDU). Tlaquepaque, Jalisco, México. E-mail: adolfopreciado@iteso.mx

Andrés Salas Montoya
Research Prof. Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.Civil Engineering Department, Carrera 27, 64-60, Manizales Colombia, 170001, e-mail: asalasmo@unal.edu.co

Ramiro Rodríguez Pérez
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: rrodper@doctor.upv.es/Research Prof. Tecnologico Nacional de México ITechnological Institute of Ciudad Guzmán. Department of Earth Sciences Architecture. Av. Tecnológico 100, Mpio. de Zapotlan el Grande, Jalisco, Mexico C.P. 49000 Mexico. e-mail: ramiro.rp@cdguzman.tecnm.mx

Abstract

This study analyzes and validates an index designed to assess the architectural and structural vulnerability of 15 key churches on the Franciscan Route in Jalisco, Mexico, selected as representative cases due to their age, traditional construction methods, and poor maintenance in high seismic activity. Through the use of advanced technologies such as 3D laser scanning, dynamic seismic analysis, infrared thermography, and integrated sensors for real-time monitoring, critical weaknesses were identified, with 85% of the churches evaluated being classified as having a high structural vulnerability index, especially in vaults and arches. The study revealed severe deterioration in traditional materials in 72% of cases and cracks with an accuracy of up to 0.1 mm. At the same time, the sensors detected minor structural displacements not visible by conventional methods. The findings confirm the effectiveness of the proposed index for prioritizing interventions, emphasizing the need for preventive conservation strategies based on accurate data, advanced technologies, and replicable methodologies. In addition, a regional conservation program that integrates real-time monitoring practices, the use of open data, and interdisciplinary collaboration as a robust model for preserving architectural heritage in seismic regions is recommended.

Keywords: Historical Heritage, Preventive Conservation, Structural Analysis, Religious Buildings, Seismic Risk

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE UN ÍNDICE PARA LA ARQUITECTURA DE LAS IGLESIAS DE LA RUTA FRANCISCANA EN JALISCO, MÉXICO.

ANALYSIS AND VALIDATION OF AN INDEX FOR THE ARCHITECTURE OF THE CHURCHES OF THE FRANCISCAN ROUTE IN JALISCO, MEXICO.

Fabiola Colmenero Fonseca[1,2,3]; Javier Cárcel Carrasco [1,2]; Adolfo Preciado Quiroz[5] ; Andrés Salas Montoya[5]; Ramiro Rodríguez Pérez[1,2,4]
Instituto de Tecnología de Materiales[1]; Universitat Politécnica de València[2]; Universidad La Salle[3] ;
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Guzman[4];Departamento de Ingeniería Civil Universidad Nacional de Colombia sede Manizales. Edificación[5]

INTRODUCCIÓN

Las iglesias de la Ruta Franciscana, construidas entre los siglos XVI y XVII, son un patrimonio cultural invaluable por su importancia histórica, artística y religiosa (Esponda P. et al., 2009). Sin embargo, su antigüedad, técnicas constructivas antiguas y falta de mantenimiento las hacen vulnerables a sismos, poniendo en riesgo tanto su integridad como la seguridad de sus usuarios (Preciado A. et al., 2007).Este estudio evalúa la vulnerabilidad arquitectónica y estructural de 15 iglesias clave de la Ruta Franciscana en Jalisco, México. seleccionadas como caso representativo debido a su antigüedad, métodos de construcción tradicionales y mantenimiento deficiente en un contexto de alta actividad sísmica. Los resultados facilitarán la conservación de estas iglesias, priorizando intervenciones de refuerzo y mitigación. La metodología también es aplicable a otros sitios históricos en zonas sísmicas, contribuyendo a la preservación global del patrimonio cultural. Los hallazgos confirman la eficacia del índice propuesto para priorizar intervenciones, enfatizando la necesidad de estrategias de conservación preventiva basadas en datos precisos, tecnologías avanzadas y metodologías replicables.

INTRODUCTION

The churches of the Franciscan Route, built between the sixteenth and seventeenth centuries, are an invaluable cultural heritage due to their historical, artistic and religious importance (Esponda P. et al., 2009). However, their age, old construction techniques, and lack of maintenance make them vulnerable to earthquakes, putting both their integrity and the safety of their users at risk (Preciado A. et al., 2007). This study assesses the architectural and structural vulnerability of 15 key churches on the Franciscan Route in Jalisco, Mexico. selected as a representative case due to their age, traditional construction methods and poor maintenance in a context of high seismic activity. The results will facilitate the conservation of these churches, prioritizing reinforcement and mitigation interventions. The methodology is also applicable to other historical sites in seismic zones, contributing to the overall preservation of cultural heritage. The findings confirm the effectiveness of the proposed index for prioritizing interventions, emphasizing the need for preventive conservation strategies based on accurate data, advan

OBJETIVOS

El estudio analiza la vulnerabilidad sísmica de 15 iglesias de la Ruta Franciscana, construidas entre los siglos XVI y XVII, utilizando un índice calibrado para evaluar sus características estructurales y arquitectónicas. Destaca la urgencia de implementar tecnologías avanzadas como monitoreo en tiempo real, escaneo láser 3D y microchips para intervenciones precisas y no invasivas. Además, promueve el uso de datos abiertos para mejorar la colaboración entre expertos. Este enfoque metodológico ofrece un modelo replicable para proteger sitios históricos en regiones sísmicas, priorizando estrategias de refuerzo estructural y garantizando la preservación del patrimonio cultural.

Objetives

The study analyzes the seismic vulnerability of the 15 churches of the Franciscan Route, built between the sixteenth and seventeenth centuries, using a calibrated index to evaluate their structural and architectural characteristics. It highlights the urgency of implementing advanced technologies such as real-time monitoring, 3D laser scanning and microchips for precise and non-invasive interventions. In addition, it promotes the use of open data to improve collaboration between experts. This methodological approach offers a replicable model for protecting historic sites in seismic regions, prioritizing structural reinforcement strategies and ensuring the preservation of cultural heritage.

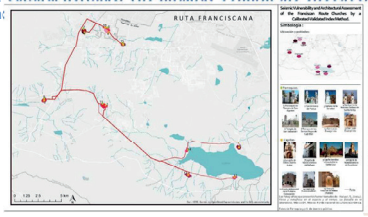


Imagen 1. Ruta Franciscana en Jalisco, México
Image 1. Franciscan Route in Jalisco, Mexico

METODDOLOGIA / METHODOLOGY

El estudio evalúa la vulnerabilidad sísmica de las iglesias de la Ruta Franciscana mediante un índice diseñado específicamente para estructuras históricas. Este índice se basa en parámetros arquitectónicos y estructurales críticos para determinar el riesgo sísmico. El proceso incluye cinco etapas:

1. Identificación de parámetros clave: Se consideran aspectos como calidad de materiales, tipo de mampostería, configuración de las paredes, refuerzos y estado de conservación (Ramírez Eudave & Ferreira, 2024).
2. Desarrollo del índice: Se asignan puntuaciones a cada parámetro según su impacto en la estabilidad estructural, ajustando su peso relativo (Preciado A. et al., 2007).
3. Calibración del índice: Utiliza datos históricos y casos reales para ajustar las ponderaciones y correlacionar con daños observados en sismos previos (Yamin L. et al., 2007).
4. Validación del índice: Se compara con inspecciones y estudios estructurales detallados para garantizar precisión y realizar ajustes (Chica & Fuertes, 2018).
5. Aplicación del índice: Se evalúan las iglesias asignándoles una puntuación que refleja su vulnerabilidad, facilitando la priorización de intervenciones de conservación (Feilden Sir B., 1987). Este enfoque permite identificar y priorizar medidas de protección y refuerzo estructural de manera efectiva.

The study assesses the seismic vulnerability of churches along the Franciscan Route using an index designed specifically for historic structures. This index is based on critical architectural and structural parameters to determine seismic risk. The process includes five stages:

1. Identification of key parameters: Aspects such as quality of materials, type of masonry, configuration of the walls, reinforcements and state of conservation are considered (Ramírez Eudave & Ferreira, 2024).
2. Index development: Scores are assigned to each parameter according to its impact on structural stability, adjusting its relative weight (Preciado A. et al., 2007).
3. Index calibration: Uses historical data and real cases to adjust weights and correlate with damage observed in previous earthquakes (Yamin L. et al., 2007).
4. Index validation: It is compared with inspections and detailed structural studies to ensure accuracy and make adjustments (Chica & Fuertes, 2018).
5. Application of the index: Churches are evaluated by assigning them a score that reflects their vulnerability, facilitating the prioritization of conservation interventions (Feilden Sir B., 1987). This approach makes it possible to identify and prioritize protection and structural reinforcement measures effectively..

Etapas desarrolladas en el proceso de análisis implementado

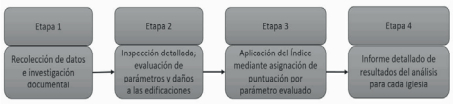


Imagen 5. Diagrama de Procedimiento de Analisis
Image 5. Analysis Procedure Diagramic

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS

El procedimiento de análisis para evaluar la vulnerabilidad sísmica de las iglesias de la Ruta Franciscana se lleva a cabo en varias etapas sistemáticas. En primer lugar, se realiza una preparación y recolección de datos, que incluye la revisión de documentación histórica relevante sobre cada iglesia y una inspección visual preliminar para identificar áreas de deterioro y elementos arquitectónicos críticos (Chica & Fuertes, 2018; Feilden Sir B., 1987).

ANALYSIS PROCEDURE

The analysis procedure to assess the seismic vulnerability of the churches of the Franciscan Route is carried out in several systematic stages. First, data preparation and collection is carried out, which includes the review of relevant historical documentation about each church and a preliminary visual inspection to identify areas of deterioration and critical architectural elements (Chica & Fuertes, 2018; Feilden Sir B., 1987).

RESULTADOS

La evaluación de las iglesias de la Ruta Franciscana, utilizando un índice calibrado y validado, ha revelado una variabilidad considerable en los niveles de vulnerabilidad sísmica entre las diferentes estructuras. Los resultados del análisis han permitido clasificar las iglesias en tres niveles de riesgo según las puntuaciones obtenidas. Las iglesias de alto riesgo, como la Iglesia de San Francisco y la Iglesia de Santo Domingo, presentan puntuaciones elevadas, indicando un riesgo significativo de daño durante eventos sísmicos debido a problemas críticos como daños extensos en la mampostería y falta de refuerzos estructurales (Preciado A. et al., 2007).

RESULTS

The evaluation of the churches of the Franciscan Route, using a calibrated and validated index, has revealed considerable variability in the levels of seismic vulnerability between the different structures. The results of the analysis have made it possible to classify the churches into three risk levels according to the scores obtained. High-risk churches, such as the Church of San Francisco and the Church of Santo Domingo, present high scores, indicating a significant risk of damage during seismic events due to critical issues such as extensive masonry damage and lack of structural reinforcements (Preciado A. et al., 2007).

Iglesia	Patrón Arquitectónico	Materiales Principales	Características Sísmicas	Notas Adicionales
Parroquia de Templo de San Agustín	Diseño en planta de cruz latina con nave central y acceso.	Mampostería de piedra volcánica y ladrillo.	Paredes con fisuras significativas; bóvedas en riesgo.	Requiere refuerzo en bóvedas y revisión de fisuras en paredes.
Capilla de Nuestra Señora del Refugio	Planta rectangular simple con ábside semicircular.	Mampostería de adobe y mortero.	Daños moderados en mampostería; falta de refuerzos.	Necesita intervención para consolidar muros y refuerzos estructurales.
Santuario de Nuestra Señora de Santa Anita	Planta de cruz latina con transepto y ábside semicircular.	Mampostería de piedra y madera en techos.	Estado estructural general aceptable; algunas fisuras.	Recomendación de mantenimiento preventivo y refuerzo de techos.
Capilla de Indios Santa Anita	Diseño sencillo con nave única y ábside plano.	Mampostería de adobe y madera.	Severos daños en paredes de adobe; riesgo alto.	Urgente necesidad de restauración y refuerzo de paredes de adobe.
Templo de San Sebastián	Planta de cruz latina con bóvedas de canon.	Mampostería de piedra y ladrillo.	Paredes con fisuras menores; bóvedas con daños.	Refuerzos necesarios para bóvedas y consolidacion de paredes.
Templo Hospital de Indios (Ruinas)	Restos de planta rectangular con nave central.	Mampostería de piedra y adobe en estado deteriorado.	Alta vulnerabilidad; estructura muy dañada.	Proyecto de restauración urgente para preservar los restos.
Parroquia Señora de la Soledad	Planta de cruz latina con transepto y bóvedas de	Mampostería de piedra y ladrillo.	Estado general bueno con algunas fisuras.	Inspección continua recommendada y

Imagen 6. Tabla de algunos resultados
Image 6. Table of some results

PROCESO DE CALIBRACION Y VALIDACION

El proceso de calibración y validación del índice para evaluar la vulnerabilidad sísmica de las iglesias de la Ruta Franciscana es esencial para garantizar la precisión y fiabilidad de las evaluaciones.

CALIBRATION AND VALIDATION PROCESS

The process of calibration and validation of the index to assess the seismic vulnerability of the churches of the Franciscan Route is essential to ensure the accuracy and reliability of the assessments.

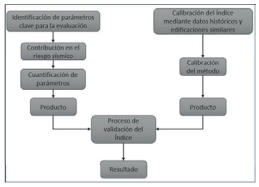


Imagen 2. Diagrama Metodológico
Image 2. Methodological Diagram

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para realizar un análisis estructural y arquitectónico exhaustivo de las iglesias de la Ruta Franciscana, se han establecido criterios específicos que evalúan su vulnerabilidad sísmica, divididos en criterios estructurales y arquitectónicos. Los criterios estructurales incluyen la calidad de los materiales, donde se examinan la resistencia a la compresión y la cohesión del mortero, así como la presencia de signos de deterioro o degradación, factores críticos para la capacidad de las estructuras para resistir movimientos sísmicos (Preciado A. et al., 2007).

EVALUATION CRITERIA

In order to carry out an exhaustive structural and architectural analysis of the churches of the Franciscan Route, specific criteria have been established to evaluate their seismic vulnerability, divided into structural and architectural criteria. Structural criteria include the quality of the materials, where the compressive strength and cohesion of the mortar are examined, as well as the presence of signs of deterioration or degradation, critical factors for the ability of structures to resist seismic movements (Preciado A. et al., 2007).

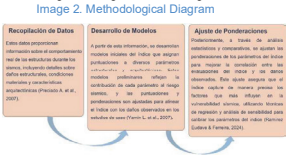


Imagen 3. Diagrama proceso de Calibración y validación
Image 3. Calibration and validation process diagram

Criterio	Descripción
Calidad de los Materiales	Se examinan la resistencia a la compresión y la cohesión del mortero, así como la presencia de signos de deterioro o degradación.
Configuración de las Paredes y Refuerzos	Se evalúa el grosor, altura y disposición de las paredes, así como la presencia y calidad de contrafuertes o tirantes.
Integridad Estructural	Se analiza la alineación de las paredes, la presencia de grietas y el estado de las uniones entre componentes estructurales, además de la resistencia de bóvedas y techos.
Historia de Mantenimiento y Reparaciones	Se considera cómo las intervenciones pasadas pueden haber afectado la capacidad sísmica de la estructura.
Diseño y Configuración Arquitectónica	Se analiza la capacidad de las plantas, columnas y arcos de distribuir cargas sísmicas.
Estilo Constructivo y Detalles Decorativos	Se evalúan los elementos ornamentales y la presencia de elementos no estructurales como cornisas o pináculos.
Estado de Conservación General	Se revisa el desgaste, deterioro o daño de los elementos arquitectónicos.
Posibilidad de Adaptación	Se evalúa la viabilidad de aplicar técnicas de refuerzo sin comprometer el valor histórico y estético de la iglesia.

Imagen 4. Diagrama de criterios de evaluación
Image 4. Evaluation criteria diagram

CONCLUSIONES

El análisis detallado de las iglesias de la Ruta Franciscana en Guadalajara ha evidenciado una variada gama de vulnerabilidades sísmicas. La Parroquia de Templo de San Agustín presenta un alto grado de deterioro con daños significativos en bóvedas y fisuras extensas, por lo que se proponen estas acciones:

Refuerzos estructurales: Reparar daños graves en iglesias como San Agustín y Santa Anita con contrafuertes, acero y morteros especializados.

Mantenimiento regular: Inspeccionar y reparar fisuras menores en iglesias como el Santuario de Santa Anita y la Parroquia de la Soledad.

Tecnología moderna: Usar escaneo 3D, monitoreo en tiempo real y sistemas de drenaje para mejorar la conservación.

Documentación digital: Preservar información de las estructuras y restaurar sitios críticos como el Templo Hospital de Indios.

Estudios adicionales: Evaluar intervenciones y desarrollar técnicas adaptadas a las características de las iglesias en zonas sísmicas.

CONCLUSIONS

The detailed analysis of the churches of the Franciscan Route in Guadalajara has shown a wide range of seismic vulnerabilities. The Parish of Templo de San Agustín presents a high degree of deterioration with significant damage to vaults and extensive fissures, so these actions are proposed:

Structural reinforcements: Repair serious damage to churches such as St. Augustine and St. Anita with specialized buttresses, steel, and mortars.

Regular Maintenance: Inspect and repair minor fissures in churches such as the Shrine of St. Anita and the Parish of La Soledad.

Modern technology: Using 3D scanning, real-time monitoring, and drainage systems to improve conservation.

Digital documentation: Preserve information on structures and restore critical sites such as the Templo Hospital de Indios.

Additional studies: Evaluate interventions and develop techniques adapted to the characteristics of churches in seismic zones.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS
CHICA, A., & FUERTES, A. (2018). Enfoque para el análisis estructural y protección sísmica de edificaciones patrimoniales, a partir de la caracterización de sus particularidades técnicas. Revista Ingeniería de Construcción, 33. www.ricuc.cl
EDELSTEIN J., GALLA L., LLAMADEO C., MARDEN J., RHONEMUS A., & WHYSEL N. (2013). Linked Open Data for Cultural Heritage: Evolution of an Information Technology. https://www.researchgate.net/publication/257916810
ELDEIB, A. H., ABDELSALAM, A. M., SHEHATA, A. M., ALI, H. S. K., & FOUAD, S. (2023). Health monitoring of historic buildings using machine learning in real-time internet of things. Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science, 32(2), 725. https://doi.org/10.11591/ijeecs.v32.i2.pp725-733
ESPONDA P., BELGODERE F., & MONRAZ H. (2009). Ruta franciscana de tapoopan (Esponda P. & Belgodere F., Eds.; 1 Edition). Gobierno de Jalisco.
FEILDEN SIR B. (1987). Entre Dos Terremotos: Los Bienes Culturales en Zonas Sísmicas (ICCROM and The Getty Conservation Institute, Ed.). PNUD/UNESCO, ICCROM and The Getty Conservation Institute.
LYNCH, J. P., FARRAR, C. R., & MICHAELS, J. E. (2016). Structural health monitoring: technological advances to practical implementations [scanning the issue]. Proceedings of the IEEE, 104(8), 1508–1512. https://doi.org/10.1109/JPROC.2016.2569818
NIGLIO, O., & VALENCIA MINA, W. (2015). Reducción del riesgo sísmico para el patrimonio arquitectónico. Una comparación entre experiencias de Colombia y Japón. Apuntes. Revista de Estudios Sobre Patrimonio Cultural, 27(1). https://doi.org/10.11144/Javeriana.APC27-1.rrsp
PRECIADO A., ARAIZA J., & ORDUÑA A. (2007). Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Edificios Históricos en el Estado de Colima por Métodos Empíricos. XVI Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica.
RAMÍREZ EUDAVE, R., & FERREIRA, T. M. (2024). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificios históricos de mampostería usando modelos semánticos apoyados en evidencias empíricas: Aprendizajes en México. Revista de Estudios Latinoamericanos Sobre Reducción Del Riesgo de Desastres REDER, 8(1), 131. https://doi.org/10.55467/reder.v8i1.142
RAMOS C., & MALNIS S. (2012). Difusión y protección del Patrimonio Religioso en América Latina.
YAMIN L., PHILIPS C., REYES J., & RUIZ D. (2007). Estudios de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzo de casas en adobe y tapia pisada. Apuntes, 2, 286–303.

INNOVATION AND SUSTAINABILITY: THE FUTURE OF CONSTRUCTION WITH LOCAL MATERIALS AND THE INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

INNOVACIÓN Y SOSTENIBILIDAD: EL FUTURO DE LA CONSTRUCCIÓN CON MATERIALES LOCALES Y LA INTEGRACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Fabiola Colmenero Fonseca
Investigadora en el Dpto. Arquitectura diseño y comunicación; Universidad La Salle México, fabiola.colmenero@lasalle.mx. Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universidad Politécnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. University Institute of Materials Technology fcolfon@upvnet.upv.es

Javier Cárcel Carrasco
Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universitat Politècnica de València I España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fracarc1@csa.upv.es
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València I España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fracarc1@csa.upv.es

Juana Mercedes Perlaza Rodríguez
NOVAMANTO Consulting and Research. Principal Consultant and Founder I Italia I Via del castello 17, 75100 Matera, Italia, www.novamanto.com. e-mail: info@novamanto.com

Kevin Alexander Echeverry Bucurú
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València I España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: kaechbuc@doctor.upv.es

Ramiro Rodríguez Pérez
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: rrodper@doctor.upv.es/Research Prof. Tecnologico Nacional de México ITechnological Institute of Ciudad Guzmán. Department of Earth Sciences Architecture. Av. Tecnológico 100, Mpio. de Zapotlan el Grande, Jalisco, Mexico C.P. 49000 Mexico. e-mail: ramiro.rp@cdguzman.tecnm.mx

Abstract

This study examines the convergence of innovation and sustainability in the construction industry, focusing on the use of local materials and emerging technologies such as artificial intelligence (AI) and drones, to improve construction practices in vulnerable regions of south-central Mexico. The study was conducted in five rural communities, where traditional materials such as adobe, wood, and stone were integrated, and AI tools were applied for predictive modeling, structural simulations, and design automation. The drones were used in the phase of topographic surveys, real-time monitoring, and terrain evaluation. The methodology adopted included a quantitative approach with accurate measurements of planning times, costs, carbon footprint, and waste reduction. The quantitative results revealed that the use of drones reduced planning times by 25% and costs by 15%. In addition, the implementation of local materials decreased the carbon footprint by 30% and optimized the use of resources, reducing waste by 20%. The integration of local knowledge and the active participation of communities significantly improved the acceptance of the projects, indicating that the combination of advanced technologies with traditional materials and community involvement is a replicable and sustainable model for addressing environmental and economic challenges in construction. The discussion highlights the importance of adapting innovative technologies to local contexts and promoting sustainability without compromising local traditions and knowledge.

Keywords: Artificial Intelligence, Drones in Construction, Building Innovation, Building Innovation

Acknowledgments: The authors thank La Salle University of Mexico and the Vice-Rectory for Research for their support in carrying out the project in Mexico.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

INNOVACIÓN Y SOSTENIBILIDAD: EL FUTURO DE LA CONSTRUCCIÓN CON MATERIALES LOCALES Y LA INTEGRACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

INNOVATION AND SUSTAINABILITY: THE FUTURE OF CONSTRUCTION WITH LOCAL MATERIALS AND THE INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Fabiola Colmenero Fonseca[1,2,3];Javier Cárcel Carrasco[1,2], Juana Mercedes Perlaza Rodriguez[4]; Kevin A. Echeverry Bucurú[1,2];Ramiro Rodriguez Perez[1,2]
Instituto de Tecnología de Materiales[1]; Universitat Politècnica de València[2]; Universidad La Salle[3]; NOVOMATO Consulting and research[4];Tecologico Nacional de México/IT de Cd Guzmán

INTRODUCCIÓN

Este estudio examina la convergencia de innovación y sostenibilidad en la industria de la construcción, enfocándose en la utilización de materiales locales y tecnologías emergentes como la inteligencia artificial (IA) y drones, para mejorar las prácticas constructivas en regiones vulnerables del centro-sur de México. El estudio se realizó en cinco comunidades rurales, donde se integraron materiales tradicionales como adobe, madera y piedra, y se aplicaron herramientas de IA para modelado predictivo, simulaciones estructurales y automatización del diseño. el uso de drones en levantamientos topográficos, monitoreo en tiempo real y evaluación de terrenos, han permitido reducir significativamente los tiempos de planificación. Asimismo, la utilización de materiales la disminución de la huella de carbono y reducción del desperdicio, resalta la importancia de combinar soluciones tecnológicas con prácticas sostenibles y conocimientos tradicionales.

INTRODUCTION

This study examines the convergence of innovation and sustainability in the construction industry, focusing on the use of local materials and emerging technologies such as artificial intelligence (AI) and drones, to improve construction practices in vulnerable regions of south-central Mexico. The study was conducted in five rural communities, where traditional materials such as adobe, wood, and stone were integrated, and AI tools were applied for predictive modeling, structural simulations, and design automation. The use of drones in topographic surveys, real-time monitoring and land evaluation have made it possible to significantly reduce planning times. Likewise, the use of materials, the reduction of the carbon footprint and the reduction of waste, highlights the importance of combining technological solutions with sustainable practices and traditional knowledge.

OBJETIVOS

Este estudio tiene como propósito optimizar los procesos constructivos mediante la exploración y aplicación de herramientas emergentes, como la inteligencia artificial (IA) y los drones, en el ámbito de la construcción. Además, busca medir y cuantificar los beneficios del uso de materiales tradicionales, promover su integración en proyectos sostenibles y adaptar las tecnologías innovadoras a los contextos locales, respetando las tradiciones y conocimientos comunitarios. Todo ello con el objetivo de equilibrar la modernidad con la sostenibilidad en las construcciones.

Objectives

The purpose of this study is to optimize construction processes by exploring and applying emerging tools, such as artificial intelligence (AI) and drones, in the field of construction. In addition, it seeks to measure and quantify the benefits of the use of traditional materials, promote their integration into sustainable projects and adapt innovative technologies to local contexts, respecting community traditions and knowledge. All this with the aim of balancing modernity with sustainability in construction.

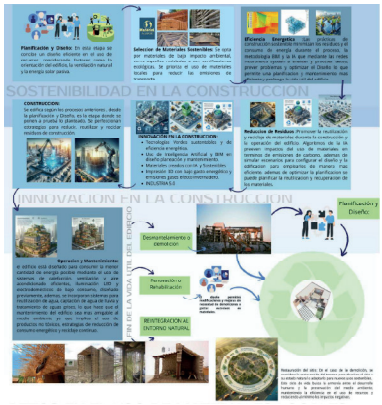
METODOLOGÍA / METODOLOGY

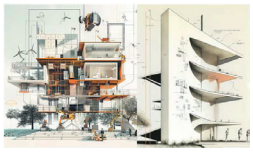
La metodología adoptada incluyó un enfoque cuantitativo con mediciones precisas de tiempos de planificación, costos, huella de carbono y reducción de desperdicios, esto fundamentado en tres ejes principales que son los siguientes:

1. Planificación y Diseño
2. Materiales Locales de Construcción
3. Nuevas tecnologías emergentes aplicadas a la construcción y eficiencia energética
4. Sostenibilidad e IA como integración Futurista

The methodology adopted included a quantitative approach with precise measurements of planning times, costs, carbon footprint and waste reduction, based on three main axes, which are the following:

1. **Planning and Design**
2. **Local Building Materials**
3. **New emerging technologies applied to construction and energy efficiency**
4. **Sustainability and AI as a Futuristic Integration**





Planificación y Diseño/ Planning and Design

La planificación y el diseño en la construcción sostenible utilizando materiales locales como el adobe, la madera y la piedra requieren un enfoque integral que considere tanto las características del sitio y los recursos disponibles, como la integración de tecnologías avanzadas y soluciones ecológicas.

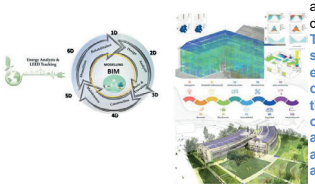
Planning and design in sustainable construction using local materials such as adobe, wood and stone require a comprehensive approach that considers both the characteristics of the site and the resources available, as well as the integration of advanced technologies and ecological solutions.



Uso de Materiales locales / Use of Local Materials

El uso de materiales locales como el adobe, la madera y la piedra en la construcción sostenible ofrece una serie de beneficios tanto ambientales como sociales y económicos, que contribuyen a la preservación del entorno natural, el fortalecimiento de las comunidades rurales y la reducción de la huella de carbono en el centro sur de Mexico. Estos materiales no solo están profundamente conectados con las tradiciones y el contexto cultural local, sino que su empleo adecuado tiene un impacto positivo y significativo en el desarrollo sostenible.

The use of local materials such as adobe, wood and stone in sustainable construction offers a number of environmental, social and economic benefits, which contribute to the preservation of the natural environment, the strengthening of rural communities and the reduction of the carbon footprint in south-central Mexico. Not only are these materials deeply connected to local traditions and cultural context, but their proper use has a positive and significant impact on sustainable development.



Nuevas tecnologías emergentes aplicadas a la construcción y eficiencia energética / New emerging technologies applied to construction and energy efficiency

La integración de tecnologías emergentes en la construcción con materiales locales ofrece una oportunidad única para mejorar la sostenibilidad, eficiencia y rendimiento de los edificios. Estas tecnologías, como la impresión 3D, BIM, materiales inteligentes, y energías renovables, no solo optimizan el uso de recursos locales sino que también reducen la huella de carbono, promueven la eficiencia energética y favorecen el desarrollo económico y social de las comunidades rurales. La combinación de estas innovaciones con prácticas tradicionales de construcción sostenible puede transformar la industria de la construcción en un sector más responsable y adaptado a los desafíos del futuro.

The integration of emerging technologies in construction with local materials offers a unique opportunity to improve the sustainability, efficiency and performance of buildings. These technologies, such as 3D printing, BIM, smart materials, and renewable energies, not only optimize the use of local resources but also reduce the carbon footprint, promote energy efficiency, and favor the economic and social development of rural communities. Combining these innovations with traditional sustainable building practices can transform the construction industry into a more responsible sector adapted to the challenges of the future.

Sostenibilidad e IA como integración Futurista / Sustainability and AI as a Futuristic Integration

La planificación y el diseño en la construcción sostenible utilizando materiales locales como el adobe, la madera y la piedra requieren un enfoque integral que considere tanto las características del sitio y los recursos disponibles, como la integración de tecnologías avanzadas y soluciones ecológicas.

Optimización del Diseño Sostenible

La IA permite crear modelos y simulaciones avanzadas que predicen el comportamiento energético de un edificio en diferentes escenarios. Programas como Autodesk Insight usan IA para analizar el diseño arquitectónico y optimizar la eficiencia energética a través de simulaciones que consideran la orientación solar, ventilación natural y el clima local.

Generative Design: Este enfoque, que emplea IA, genera múltiples opciones de diseño sostenible optimizadas para reducir el consumo de materiales y energía.

Sistemas de gestión inteligente: Sensores conectados a algoritmos de IA pueden ajustar automáticamente la iluminación, calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) en función de la ocupación de los espacios y las condiciones climáticas en tiempo real. Esto permite reducir el consumo de energía.

Predicción del consumo energético: La IA se utiliza para analizar los patrones de uso de energía en edificios y predecir la demanda futura. Con esta información, los sistemas de energía renovable (paneles solares, sistemas de almacenamiento de energía) pueden ajustarse dinámicamente, maximizando la eficiencia y reduciendo la dependencia de fuentes no renovables.

Predicción del consumo energético: La IA se utiliza para analizar los patrones de uso de energía en edificios y predecir la demanda futura. Con esta información, los sistemas de energía renovable (paneles solares, sistemas de almacenamiento de energía) pueden ajustarse dinámicamente, maximizando la eficiencia y reduciendo la dependencia de fuentes no renovables.

Planning and design in sustainable construction using local materials such as adobe, wood and stone require a comprehensive approach that considers both the characteristics of the site and the resources available, as well as the integration of advanced technologies and ecological solutions.

Sustainable Design Optimization

AI makes it possible to create advanced models and simulations that predict the energy behavior of a building in different scenarios. Programs like Autodesk Insight use AI to analyze architectural design and optimize energy efficiency through simulations that consider solar orientation, natural ventilation, and local climate.

Generative Design: This approach, which employs AI, generates multiple sustainable design options optimized to reduce material and energy consumption.

Smart management systems: Sensors connected to AI algorithms can automatically adjust lighting, heating, ventilation, and air conditioning (HVAC) based on space occupancy and weather conditions in real-time. This allows for reduced energy consumption.

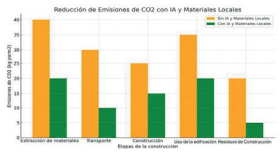
Energy consumption prediction: AI is used to analyze energy usage patterns in buildings and predict future demand. With this information, renewable energy systems (solar panels, energy storage systems) can be dynamically adjusted, maximizing efficiency and reducing reliance on non-renewable sources.

Energy consumption prediction: AI is used to analyze energy usage patterns in buildings and predict future demand. With this information, renewable energy systems (solar panels, energy storage systems) can be dynamically adjusted, maximizing efficiency and reducing reliance on non-renewable sources.



Impacto en la Sociedad y el Medio Ambiente/ Impact on Society and the Environment

El gráfico muestra cómo la combinación de inteligencia artificial (IA) y materiales locales reduce significativamente las emisiones de CO_2 en varias etapas de un proyecto de construcción. En cada fase, desde la extracción de materiales hasta la gestión de residuos de construcción, el uso de IA y materiales autóctonos genera menores emisiones en comparación con métodos tradicionales. Esto se debe a la optimización de recursos, la reducción de transporte y la mejora en la eficiencia energética a lo largo del ciclo de vida del edificio.



The graph shows how the combination of artificial intelligence (AI) and local materials significantly reduces CO_2 emissions at various stages of a construction project. At every stage, from material extraction to construction waste management, the use of AI and indigenous materials generates lower emissions compared to traditional methods. This is due to the optimization of resources, the reduction of transport and the improvement in energy efficiency throughout the life cycle of the building.

CONCLUSION/ CONCLUSION

La integración de IA y materiales locales en la construcción sostenible tiene un impacto positivo directo en las comunidades vulnerables del centro-sur de México al proporcionar empleo, viviendas asequibles, y mejoras en infraestructuras que responden a las necesidades culturales y climáticas de la región. Al mismo tiempo, esta combinación reduce el impacto ambiental mediante la disminución de emisiones de CO_2, la optimización de recursos y la reducción de residuos. En conjunto, estas soluciones no solo mitigan el cambio climático, sino que también empoderan a las comunidades rurales, brindándoles oportunidades de crecimiento económico y social mientras se preserva el entorno natural y cultural. En conjunto, la combinación de IA y materiales locales contribuye al cambio climático como al desarrollo sostenible, a la economía circular de las comunidades rurales, ofreciendo un modelo más equitativo y ecológico para la construcción del futuro.

The integration of AI and local materials into sustainable construction has a direct positive impact on vulnerable communities in south-central Mexico by providing employment, affordable housing, and infrastructure improvements that respond to the cultural and climate needs of the region. At the same time, this combination reduces the environmental impact by reducing CO_2 emissions, optimising resources and reducing waste. Together, these solutions not only mitigate climate change, but also empower rural communities, providing them with opportunities for economic and social growth while preserving the natural and cultural environment. Together, the combination of AI and local materials contributes to climate change as well as to sustainable development, to the circular economy of rural communities, offering a more equitable and ecological model for the construction of the future.

Anderson, J., & Garud, N. (2021). Artificial intelligence in sustainable construction: A review of technologies and applications. Journal of Green Building, 16(2), 45-68. https://doi.org/10.3992/jgb.16.2.45
Alwan, Z., Jones, P., & Holgate, P. (2017). Strategic sustainable development in the UK construction industry, through the framework for strategic sustainable development, using Building Information Modelling. Journal of Cleaner Production, 140, 349-359. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.085
Baek, C., & Park, S. H. (2012). Changes in renovation policies in the era of sustainability. Energy and Buildings, 47, 485-496. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.12.028
Bragança, L., Mateus, R., & Koukkari, H. (2010). Building sustainability assessment. Sustainability, 2(7), 2010-2023. https://doi.org/10.3390/su2072010
Bhardwaj, A., & Khosla, V. (2020). Reducing carbon emissions in construction through AI optimization and material selection. Journal of Sustainable Construction, 8(4), 220-237. https://doi.org/10.1016/jusc.2020.220
Dodge, A. (2021). Artificial intelligence in construction: Optimizing sustainable design and efficiency. Journal of Building Engineering, 35, 102084. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102084
Gamage, G. B., & Hyde, R. (2012). A model based on resource use indicators for future-proofing the built environment in Sri Lanka. Building and Environment, 58, 204-215. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.07.017
Gill, A. S., & Kaur, J. (2018). AI-based solutions for sustainable construction: A review of applications and future directions. Sustainable Cities and Society, 44, 15-25. https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.09.021

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA ALQUERIA DE LLEONART (VALENCIA, ESPAÑA)

SEISMIC VULNERABILITY ASSESSMENT OF THE "ALQUERÍA DE LLEONART" (VALENCIA, SPAIN)

Arianna Guardiola Víllora
Researcher at the Department of Continuum Mechanics and Theory of Structures. Universitat Politècnica de València, Senior Lecturer, Architect, PhD Architecture by the UPV. E-mail: aguardio@mes.upv.es
Luisa Basset Salom
Researcher at the Department of Continuum Mechanics and Theory of Structures. Universitat Politècnica de València, Senior Lecturer, Architect, PhD Architecture by the UPV. E-mail: Lbasset@mes.upv.es
Isabel Álvarez de Valcárcel
Graduate in Fundamentals of Architecture from the ETS of Architecture of the UPV. E-mail: isalde@arq.upv.es

Abstract

"The "Alquería de Lleonart" is located in "Partida de Dalt" in Campanar", in the northern area of the valencian orchard, next to the old road to the cemetery of Campanar in Valencia (Spain). Included in the catalogue of protected rural nature assets and spaces of the PGOU of Valencia and in the catalogue of protections of the Territorial Action Plan for the Protection of the Huerta Valenciana, it is an example of an old farmhouse that is now uninhabited. Different construction techniques can be seen, from rammed earth to brick masonry with lime or cement mortar, showing that the current building has been expanded over time. The horizontal structure is formed by timber beam and one-way floors with timber joists of different cross sections with vaulted ceramic infill, brick boards or "cañizo". Despite being Valencia an area of low to moderate seismicity, the seismic vulnerability of its vernacular architecture has proven to be quite high. In order to prevent significant and irreversible damages in the event of an earthquake, the seismic vulnerability has been assessed with the vulnerability index method. Moreover, the most determining factors and parameters that influence its seismic performance have been identified. They should be taken into account in the design of future intervention strategies.

Keywords

Seismic vulnerability; vulnerability index, "Alquería de Lleonart", vernacular architecture; rammed earth.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA ALQUERÍA DE LLEONART (VALENCIA, ESPAÑA)

SEISMIC VULNERABILITY ASSESSMENT OF THE "ALQUERÍA DE LLEONART" (VALENCIA, SPAIN)

Arianna Guardiola Víllora[1,2,3] ; Luisa Basset Salom[1,2,3]; Isabel Álvarez de Valcárcel[2,3]
Dpto. MMC y T Estructuras[1]; ETS de Arquitectura[2]; Universitat Politècnica de València[3]

ALQUERÍA DE LLEONART. INTRODUCCIÓN

La Alquería de Lleonart (imagen 1) está situada en la "Partida de Dalt" de Campanar, en la zona norte de la huerta valenciana, junto al antiguo camino del cementerio de Campanar de Valencia (España). Incluida en el catálogo de bienes y espacios protegidos de naturaleza rural del PGOU de Valencia [1] y en el catálogo de protecciones del Plan de Acción Territorial de Protección de la Huerta Valenciana [2], se trata de un ejemplo de una antigua alquería, cuya construcción podría fecharse en el s XVI, aunque los cuerpos principales del edificio se construyeron, probablemente, a finales del XVII o principios del XVIII [2].
La alquería está formada por 2 cuerpos principales longitudinales, perpendiculares entre sí, ambos de 1 crujía y cubierta a 1 agua de teja curva. Ambos definen un patio actualmente edificado, que alberga la cocina y una sala en planta baja y 2 habitaciones en la planta primera. Con fachada directa al camino y detrás del edificio principal, se sitúa el cuerpo más antiguo, de una sola planta, cuyo muro es de tapia valenciana, de época medieval [3]. Las plantas se pueden ver en la imagen 2.







Imagen 1. Alquería de Lleonart
Image 1. Alquería de Lleonart
Source: Google maps

"ALQUERÍA DE LLEONART". INTRODUCTION

"The "Alquería de Lleonart" (image 1) is located in "Partida de Dalt", Campanar, in the northern area of the valencian orchard, next to the old road to the cemetery of Campanar in Valencia (Spain). Included in the catalogue of protected rural nature assets and spaces of the PGOU of Valencia and in the catalogue of protections of the Territorial Action Plan for the Protection of the Huerta Valenciana, it is an example of an old farmhouse, whose construction could date back to the 16th century, although the main bodies of the building were probably built at the end of the 17thor beginning of the 18th century [2].
The farmhouse is made up of two main longitudinal bodies, perpendicular to each other, both with one bay and a single-pitched roof with curved tiles. They both define a courtyard that is currently built, which houses the kitchen and a living room on the ground floor and 2 bedrooms on the first floor. Facing directly onto the road and behind the main building, is the oldest body, with a single floor, whose wall is made of Valencian rammed earth from the medieval period [3]. The plans can be seen in image 2.

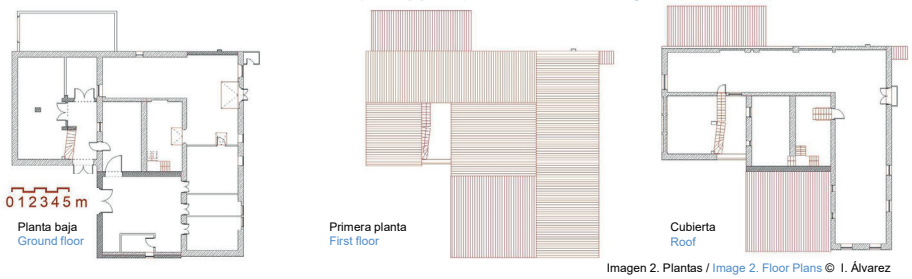


Imagen 2. Plantas / Image 2. Floor Plans © I. Álvarez

DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y ESTADO DE CONSERVACIÓN

El estado de conservación de la alquería, que hoy en día se encuentra deshabitada, no es bueno. La estructura vertical está formada por muros de carga orientados paralelamente a las fachadas. Se aprecian distintas técnicas constructivas desde tapia a fábrica de ladrillo cerámico macizo con mortero de cal o de cemento (imagen 3), evidenciando que el edificio actual ha ido ampliándose con el tiempo. La estructura horizontal está formada por forjados unidireccionales de viguetas de madera de distinta sección con revoltón cerámico, tablero de rasilla o cañizo. Apoyan directamente sobre el muro y, en algún caso, sobre vigas de madera. Las cubiertas son de madera, a un agua, con tejas curvas

DESCRIPTION OF THE STRUCTURE AND STATE OF CONSERVATION

The state of conservation of the farmhouse, which is now uninhabited, is not good. The vertical structure is formed by load-bearing walls oriented parallel to the facades. Different construction techniques can be seen, from rammed earth to brick masonry with lime or cement mortar (image 3), showing that the current building has been expanded over time. The horizontal structure is formed by one-way floors with timber joists of different cross sections with vaulted ceramic infill, brick boards or "cañizo", bearing directly on the wall, and in some cases, on timber beams. The roofs are made of wood, single-pitched, with curved tiles.



Imagen 3. Muros de carga con distintos tipos de mampostería. Image 3. Load bearing walls with different masonry typologies. © I. Álvarez

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA

La evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la alquería de Lleonart se ha llevado a cabo utilizando el método del índice de vulnerabilidad [4], que tiene en cuenta once parámetros que afectan el comportamiento durante un sismo. Cada uno de estos factores se relaciona, por medio del coeficiente Ki, con una clase de vulnerabilidad (de la A a la D, siendo la D la que representa el nivel más alto de vulnerabilidad). A este coeficiente se le asigna un peso Wi, que refleja su impacto en la vulnerabilidad sísmica. **La tabla de la imagen 4**, indica la clase, coeficientes y pesos para cada parámetro. El índice de vulnerabilidad calculado, en el caso más desfavorable, es de 142.5, lo que se traduce en un valor normalizado de 37.25, que puede clasificarse como medio. Los principales factores que influyen en su valor son la deficiente organización y calidad del sistema resistente, la insuficiente rigidez de los forjados, así como el deterioro general del edificio. También tienen repercusión en el incremento de la vulnerabilidad sísmica los parámetros 6 y 8, relacionados con la irregularidad en planta del edificio así como la máxima distancia entre los muros portantes.

SEISMIC VULNERABILITY ASSESMENT

The seismic vulnerability assessment of the "Alquería de Lleonart" farmhouse was carried out using the Vulnerability Index Method [4], which takes into account eleven parameters that affect the building performance during an earthquake. Each of these factors is related, by means of the Ki coefficient, to a vulnerability class (from A to D, with D representing the highest level of vulnerability). This coefficient is assigned a weight Wi, which reflects its impact on seismic vulnerability. The table in image 4 indicates the class, coefficients and weights for each parameter. The vulnerability index calculated, in the most unfavourable case, is 142.5, equivalent to a normalised value of 37.25, which can be classified as medium. The main factors that influence its value are the poor organisation and quality of the resistant system, the insufficient stiffness of the floors, as well as the general deterioration of the building. Parameters 6 and 8, related to the irregularity of the building plan as well as the maximum distance between load-bearing walls, also have an impact on the increase of seismic vulnerability.

CONCLUSIÓN

La vulnerabilidad sísmica de la Alquería de Lleonart, obtenida con el Método del Índice de Vulnerabilidad, es media. Sin embargo, a pesar de estar Valencia en una zona de sismicidad baja a moderada, el riesgo sísmico es relevante, dado el valor histórico artístico global del edificio. En caso de abordar una restauración del edificio, se deben considerar diferentes estrategias de intervención para evitar daños significativos e irreversibles en caso de terremoto. Estas intervenciones deben respetar las restricciones relacionadas con el grado de protección, teniendo tener en cuenta el valor patrimonial del edificio.

CONCLUSION

The seismic vulnerability of the Alquería de Lleonart, obtained with the Vulnerability Index Method, is medium. However, despite Valencia being in an area of low to moderate seismicity, the seismic risk is relevant, given the overall historical and artistic value of the building. If a restoration of the building is undertaken, different intervention strategies must be considered to avoid significant and irreversible damage in the event of an earthquake. These interventions must respect the restrictions related to the degree of protection, taking into account the architectural, cultural and heritage value of the building.

PARÁMETRO / PARAMETER	CLASE / CLASS	ki	Wi	Ki * Wi
1. Organización del sistema resistente / Organisation of the resisting system	C	20	1.00	20
2. Calidad del sistema resistente / Quality of the resisting system	C	25	0.25	6.25
3. Resistencia convencional / Conventional strength	B	5	1.50	7.5
4. Posición del edificio / Building location	A	0	0.75	0
5. Forjados horizontales / horizontal floors	D	45	1.00	45
6. Configuración en planta / Plan configuración	C	25	0.5	12.5
7. Configuración en elevación / Configuration in elevation	B	5	1.00	5
8. Distancia máxima entre muros / Maximum distance between bearing walls	C	25	0.25	6.25
9. Tipo de cubierta / roof system	B	15	1.00	15
10. Elementos no estructurales / non-structural elements	A	0	0.25	0
11. Estado de conservación / state of conservation	C	25	1.00	25
INDICE DE VULNERABILIDAD TOTAL (iv) / TOTAL VULNERABILITY INDEX (vi)				142.5
INDICE DE VULNERABILIDAD NORMALIZADO / NORMALISED VULNERABILITY INDEX				37.25

Imagen 4. Índice de vulnerabilidad sísmica. Image 5. Seismic vulnerability Index (Source: the authors)

REFERENCES / REFERENCES

[1] Ayuntamiento de Valencia. Revisión simplificada del PGOU de Valencia (2013). Catálogo de Bienes y Espacios protegidos de Naturaleza Rural. EPA-SU-04.01.http://www.valencia.es/ayuntamiento/urbanismo2.nsf/0/1EA3F4B1231D6248C1257E76002FBF8E/$FILE/04.01-EPA%20Alquer%C3%ADa%20de%20Lleonard_firmado.pdf (accessed: May 2024)
[2] Generalitat Valenciana. PATHorta, Catálogo de protecciones. https://mediambient.gva.es/auto/planes-accion-territorial/PATHorta/05%20Cat%c3%a1logo%20de%20protecciones.%20Documento%20informativo_2.pdf (accessed: May 2024)
[3] Aynat, M. d. (2016). "Alquería de Lleonard- Partida de Dalt-València", Blog Arquitectura Rural Valenciana. http://arquitecturaruralvalenciana.blogspot.com/2016/07/alqueria-de-lleonard-partida-de-dalt.html (accessed: May 2024)
[4] Benedetti D., Petrini V. Sulla vulnerabilità vismica di edifici in muratura i proposte di un metodo di valutazione. L'industria delle Construzioni, 1984; 18, pp. 66-74

INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA RECOSTRUCIÓN ARQUEOLOGICA DE JARDINES

ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR ARCHAEOLOGICAL GARDEN RECONSTRUCTION

Quiteria Angulo-Ibáñez
Investigadora del CITE. Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Profesora. Doctora en Arquitectura por la UPV. E-mail:quianib@csa.upv.es
CITE Researcher. Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València, Assistant Professor. Architect. PhD in Architecture by the UPV

José David Gordo-Martínez
Arquitecto / Architect

Abstract

The content developed in this work puts into practice the use of Artificial Intelligence (AI) and its possible applications in the compositional analysis of organizational schemes of Hispanic-Muslim gardens, using graphical methods and systematizing the procedure for its optimization. The objective of the research arises from the recent entry of digital tools such as AI to the field of study and how to make a responsible use of them to complement and not replace the work of the architect. We study the compositional schemes of all the clear examples of Hispano-Muslim gardens, which have been scattered throughout the peninsula. Those that have arrived in a better state of preservation and belonging to the Umayyad, Caliphate and Nasrid periods, being the culmination of the typical scheme of the crossing courtyard. In parallel, an algorithm is also being developed with the purpose of transferring computationally all the information obtained from the previous compositional study, as well as the processes required in this analysis. Finally, a methodology to be followed is established that can be exported, the AI can help in the reconstruction of these gardens through the elaboration of hypotheses configured the type.

Keywords
Artificial Intelligence, Hispanic-Muslim Gardens, Digital Reconstruction, Virtual Archaeology

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA RECOSTRUCIÓN ARQUEOLOGICA DE JARDINES

ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR ARCHAEOLOGICAL GARDEN RECONSTRUCTION

Quiteria Angulo-Ibáñez[1], José David Gordo-Martínez[2]
Departamento de Construcciones Arquitectónicas / Universitat Politècnica de València[1], Architect [2]

INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION

Este estudio se centra en los jardines hispanomusulmanes de Al-Ándalus, un legado cultural que combina estética, espiritualidad y sostenibilidad. Inspirados en la visión islámica del paraíso, integraban agua, vegetación y arquitectura para simbolizar paz y armonía. Sin embargo, su deterioro dificulta la conservación. La investigación aplica inteligencia artificial (IA), usando redes generativas antagónicas (GAN), para analizar y reconstruir digitalmente estos jardines. Esto permite optimizar el análisis compositivo y crear modelos detallados basados en datos históricos. El objetivo es desarrollar una metodología replicable que facilite la preservación digital, apoye a la arqueología y el paisajismo, y garantice la conservación del patrimonio andalusí, asegurando su legado para generaciones futuras mediante el uso de tecnologías avanzadas. This study focuses on the Hispano-Muslim gardens of Al-Andalus, a cultural legacy that combines aesthetics, spirituality, and sustainability. Inspired by the Islamic vision of paradise, they integrated water, vegetation, and architecture to symbolize peace and harmony. However, their deterioration complicates conservation efforts. The research applies artificial intelligence (AI), using generative adversarial networks (GAN), to analyze and digitally reconstruct these gardens. This approach optimizes compositional analysis and generates detailed models based on historical data. The goal is to develop a replicable methodology that facilitates digital preservation, supports archaeology and landscape studies, and ensures the conservation of Andalusian heritage. By leveraging advanced technologies, this approach aims to preserve this cultural legacy for future generations.

MARCO TEÓRICO/ Estado Actual y Conservación. El deterioro y la falta de documentación de los jardines hispanomusulmanes dificultan su preservación. La IA, mediante redes GAN, permite reconstrucciones fieles e identifica patrones arquitectónicos para conservar dichos jardines.

THEORETICAL FRAMEWORK/ Current State and Conservation. The deterioration and lack of documentation of Hispano-Muslim gardens hinder their preservation. AI, through GAN networks, enables accurate reconstructions and identifies architectural patterns to support the conservation of these gardens.



Imagen 1. Alhambra de Granada
Image 1. Alhambra de Granada



Imagen 2. Restos Medina Azahara
Image 2. Remains of Medina Azahara

METODOLOGÍA/ METHODOLOGY

1. Recopilación de Datos/ Data Collection

0_Background	0_Fondo
1_Entry	1_Entrada
2_Garden_Patio_Limit	2_Límite_Jardín_Pati
3_Boundary_Structures	3_Límites_estructuras
4_Interior_ground_space	4_Espacio_suelo interior
5_Interior_Floor_space_Int_Ext	5_Espacio_suelo_Int-Ext
6_Outside_ground_space	6_Espacio_suelo exterio
7_Arid_Floor	7_Suelo_árido
8_Vegetable_soil	8_Suelo_vegetal
9_Low_vegetation	9_Vegetación_baja
10_High_vegetation	10_Vegetación_alta
11_Surface_water	11_Agua superficial
12_Deep_water	12_Agua_profunda

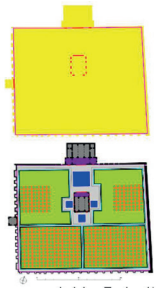


Imagen 3. Diferenciación de elementos asociados por color a capas vectoriales. Traducción plantas de jardines a espacio computacional / Image 3. Differentiation of elements associated by color to vector layers. Translation of garden plants into computational space.

2. Desarrollo del Algoritmo / Algorithm Development

Se utilizó IA basada en GAN (**pix2pixHD**) para reconstrucciones de alta resolución. El entrenamiento progresivo se realizo en Google Colab con datos representativos como Generalife y Madinat al-Zahra. AI based on GANs (pix2pixHD) was used for high-resolution reconstructions. Progressive training was conducted in Google Colab using representative data, such as the Generalife and Madinat al-Zahra.

3. Funcionamiento del Modelo/Model Functionality

Pix2pixHD genera imágenes realistas traduciendo diseños iniciales a composiciones finales. Incluye pérdida perceptual para mejorar detalles y fidelidad en las imágenes generadas. Pix2pixHD generates realistic images by translating initial designs into final compositions.It incorporates perceptual loss to enhance detail and fidelity in the generated images.

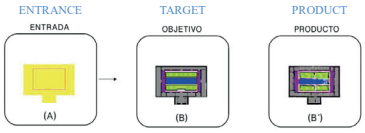


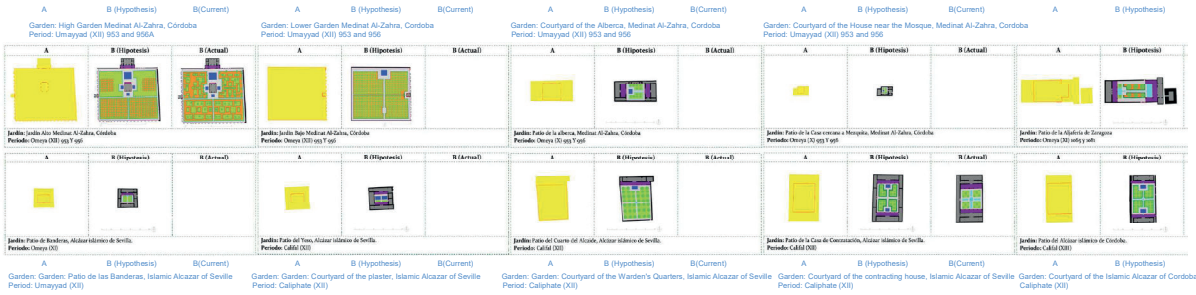
Imagen 4. Esquema funcionamiento básico pix2pix
Image 4. Basic functioning diagram of pix2pix

4. Aplicación y Análisis/Application and Analysis

Se utilizaron imágenes de jardines representativos: Images of representative gardens were used:
(A) Representando el espacio antes de la intervención.
(B) Reflejando el diseño final con su esquema compositivo.
(C) Representing the space before intervention.
(D) Reflecting the final design with its compositional layout.

Se reunieron planos, dibujos históricos y estudios arqueológicos de jardines hispanomusulmanes. Los elementos se tradujeron en capas vectoriales según forma y función, organizadas jerárquicamente. Architectural plans, historical drawings, and archaeological studies of Hispano-Muslim gardens were gathered.Elements were translated into vector layers based on their form and function, organized hierarchically.

JARDINES ANALIZADOS / GARDENS ANALYZED



Jardín asociado a arquitectura ligera / Garden associated with light architecture	Patio-jardín o de eje único Patio-garden or single-axis
Jardín amplio con pabellones, alberca central y zonas ajardinadas asimétricas / Large garden with pavilions, central pool and asymmetrical landscaped areas / Elementos: Torre o qubba, canales, árboles en cuadrícula, arquitectura ligera y palatina / Elements: Tower or qubba, canals, gridded trees, light and palatial architecture.	Adaptación simétrica del tipo anterior, a menor escala, con eje central bien definido / Symmetrical adaptation of the previous type, on a smaller scale, with a well-defined central axis / Alberca desplazada al salón principal, andenes laterales y zonas ajardinadas reticuladas / Swimming pool moved to the main hall, side walkways and reticulated landscaped areas.

Patio de crucero Cruise yard	Patio de crucero y pabellones Crossing yard and pavilions
Disposición en cruz con cuatro zonas ajardinadas iguales, doble simetría y eje transversal fijo / Cross layout with four equal landscaped areas, double symmetry and fixed transverse axis. Albercas longitudinales, andenes en forma de cruz, árboles frutales en cuadrícula / Longitudinal pools, cross-shaped platforms, fruit trees in a grid.	Fusión de todas las tipologías anteriores, con máxima complejidad espacial y una gran fuente central / Fusion of all the previous typologies, with maximum spatial complexity and a large central fountain. Pabellones, fuentes interiores, simetría en cruz, integración de canales y salones / Pavilions, interior fountains, cross-symmetry, integration of canals and halls.

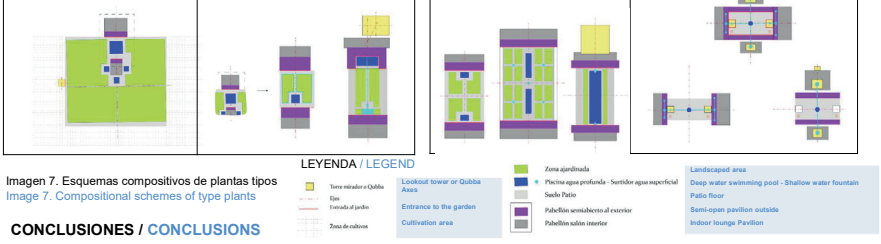


Imagen 7. Esquemas compositivos de plantas tipos
Image 7. Compositional schemes of type plants

ENTRENAMIENTO Y EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS / TRAINING, AND RESULTS EVALUATION

Se establecieron tipologías de diseño basadas en elementos clave permitiendo al algoritmo replicar características estructurales como la simetría y el uso del espacio. Tras el entrenamiento, se evaluó el modelo mediante procesamiento de imágenes, verificación de resultados y garantizando precisión y calidad en las reconstrucciones. Estas imágenes en alta definición facilitan el estudio de los jardines, abriendo nuevas perspectivas para su análisis y conservación. Design typologies were established based on key elements, allowing the algorithm to replicate structural features such as symmetry and spatial organization. After training, the model was evaluated through image processing and results verification, ensuring accuracy and quality in the reconstructions. These high-definition images enhance the study of the gardens, opening new perspectives for their analysis and conservation.

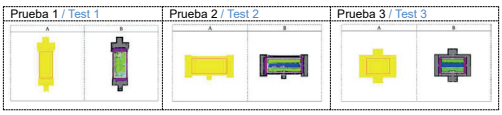


Imagen 8. Caso hipotético generado por la IA. Elaboración propia
Image 8. Hypothetical case generated by AI. Own elaboration

CONCLUSIONES / CONCLUSIONS

Esta investigación desarrolló una metodología innovadora basada en inteligencia artificial (IA) generativa para la preservación y digitalización de jardines hispanomusulmanes, logrando reconstrucciones virtuales de alta precisión que reflejan fielmente su composición histórica. Se destacó la capacidad del algoritmo para reproducir patrones visuales y estructurales característicos, incluyendo simetría, disposición de elementos y diseño de canales de agua, validando su eficacia mediante análisis comparativos con ejemplos históricos, especialmente en estilos como el nazarí.

El enfoque propuesto, adaptable a otros jardines históricos, complementa el trabajo de arquitectos y arqueólogos al ofrecer una herramienta no invasiva para identificar restos y reconstruir espacios, descubriendo relaciones compositivas que el análisis humano podría pasar por alto. Esta integración de tecnología avanzada con un profundo entendimiento cultural establece una nueva ruta en la conservación patrimonial, garantizando la preservación y el estudio de los jardines hispanomusulmanes para futuras generaciones.

This research developed an innovative methodology based on generative artificial intelligence (AI) for the preservation and digitization of Hispano-Muslim gardens, achieving highly accurate virtual reconstructions that faithfully reflect their historical composition. The algorithm demonstrated the ability to reproduce characteristic visual and structural patterns, including symmetry, element arrangement, and water channel designs, validated through comparative analyses with historical examples, particularly in styles such as Nasrid.

The proposed approach, adaptable to other historic gardens, complements the work of architects and archaeologists by providing a non-invasive tool to identify remains and reconstruct spaces, uncovering compositional relationships that human analysis might overlook. This integration of advanced technology with a deep cultural understanding establishes a new path in heritage conservation, ensuring the preservation and study of Hispano-Muslim gardens for future generations.

LA PUESTA EN VALOR DEL PARAJE Y LA ERMITA DE PINTARRAFES CARLET

THE ENHANCEMENT OF THE SITE AND THE HERMITAGE OF PINTARRAFES CARLET

Pablo Ariel Escudero
Estudiante de la Escuela de Doctorado de la Universitat Politècnica de València. Centro de Investigación Arquitectura, Patrimonio y Gestión del Desarrollo Sostenible PEGASO (https://pegaso.webs.upv.es/) Grupo AG_BIM-PATRIMONIO pabes@arq.upv.es
Luis Cortés Meseguer
Investigador en el Dpto. de Construcciones Arquitectónicas*; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n,* Building-C1*, 46022 Valencia, España.* Profesor Contratado *Doctor en la UPV. E-mail: luicorme@upv.es Escuela* de Ingeniería de la Edificación
Jorge García-Valldecabres
Investigador en el Dpto. Expresión Gráfica Arquitectónica*; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n,* Building-B1*, 46022 Valencia, España. Profesor Titular de la UPV. E-mail:* jgvallde@ega.upv.es *Escuela de Ingeniería de la Edificación*
Mª Concepción López González
Investigador en el Dpto. Expresión Gráfica Arquitectónica*; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n,* Building-B1*, 46022 Valencia, España. Catedrática de E.U. de la UPV. E-mail: mlopezg@ega.upv.es Escuela de Ingeniería de la Edificación*

Summary

This study tries to show a first approach to knowledge to establish the historical-artistic values appropriate for the declaration as an Asset of Cultural Interest in the category of Historic Site of the Site of Pintarrafes and the Hermitage of Sant Bernat, María i Gràcia as a Monument, in Carlet. And how these represent signs of identity of a community that transcends materiality and are a testimony of its contribution to universal culture. It is a living heritage, maintained by the community itself and passed down over the years. It is considered within the historical, ethnological and architectural field, that is, both of a material and immaterial nature. According to Law 4/98 on Valencian Cultural Heritage.

The declaration of an asset as a BIC entail becoming part of the Catalogue of Assets of Cultural Interest of Spain, a series of documentation must be processed that informs about the assets to be evidenced, as well as the justification of the importance that the asset weighs.

Keywords

Value, Hermitage, Design, Architecture

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

LA PUESTA EN VALOR DEL PARAJE Y LA ERMITA DE PINTARRAFES CARLET
THE ENHANCEMENT OF THE SITE AND THE HERMITAGE OF PINTARRAFES CARLET

Pablo Ariel Escudero [1] Luis Cortés Meseguer [2] Jorge García Valldecabres [3] Concepción López González [4]
Student of PhD / Doctoral School [1] / C. of Research in Construcción Tecnología [2] / CUI Architecture, Heritage & Management. Sustainable Development [3] Uni. Politècnica Valencia [1 2 3 4]

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El presente estudio trata de evaluar los valores histórico artísticos procedentes para la declaración como Bien de Interés Cultural en la categoría de Conjunto Histórico del Yacimiento de Pintarrafes y la Ermita de Sant Bernat, Maria y Gràcia como Monumento, en Carlet. Se considera dentro del ámbito histórico, etnológico y arquitectónico, es decir, tanto de carácter material como inmaterial. De acuerdo con la Ley 4/98 de Patrimonio Cultural Valenciano.

LA DESCRIPCIÓN

La Ermita se encuentra en la zona de Pintarrafes cerca del pueblo y en el Camino de San Bernardo, en dirección noreste. Podemos distinguir el paisaje de la ermita de Sant Bernat en dos niveles perceptivos: uno, el lejano, formado por la llanura aluvial y el cultivo contemporáneo de árboles frutales, todo ello rodeado de estribaciones montañosas de baja altura que delimitan una cuenca visual 2característica y muy acuñada como tópico de éxito de la riqueza agrícola de la Ribera. La otra, la que está junto a la ermita, la zona de Pintarrafes, que no es más que un trozo de la anterior, aunque configurada como parte del escenario de las celebraciones festivas y conmemorativas de los Santos del Carlet y que ahora están formadas por elementos modernos, de buen diseño, formando un ambiente amable de moreras y bancos en un círculo de ladrillo encalado para alojar a los peregrinos que acuden allí cada 23 de julio.

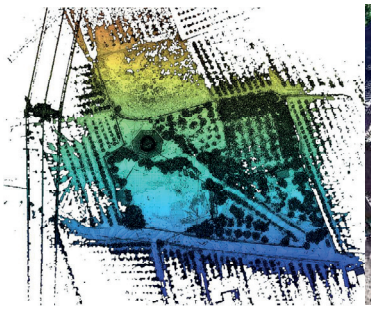


Imagen 1. Vista area de la nube de puntos
Image 1. Point cloud area view

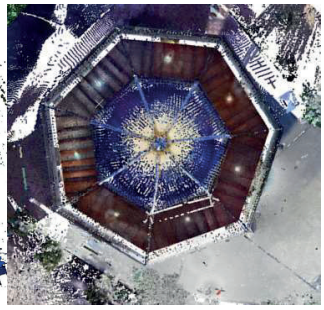


Imagen 2 Vista area de la nube de puntos.
Image 2. Point cloud area view.

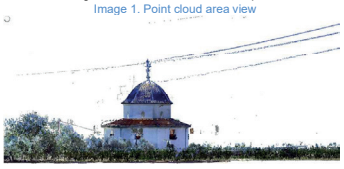


Imagen 4. Vista longitudinal de la nube de puntos
Image 4. Longitudinal view of the point cloud

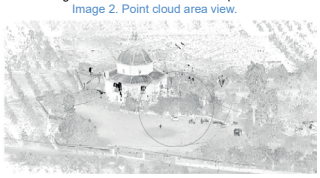


Imagen 5. Vista superior de la nube de puntos
Image 5. Top view of the point cloud

Resultados

La composición proyectual, el trazado de la Ermita de San Bernardo, forma parte de la transición del barroco de la primera mitad del siglo XVIII a la norma académica fundada en 1768.

La ermita fue construida entre 1762 y 1765, y consagrada en 1769 y la autoría es probablemente atribuible al arquitecto Antoni Gilabert. El arquitecto Gilabert tenía una estrecha relación con los condes de Carlet en otros proyectos de tierras vecinas dentro de su jurisdicción.
Las semejanzas tipológicas, proyectual, como la ermita de Nules, parroquia de San Andrés en LÀlcudia y la iglesia de Escuelas Pías y personales conducen, reafirman hipótesis de la autoría el maestro Gilabert de la ermita de Sant Bernat.

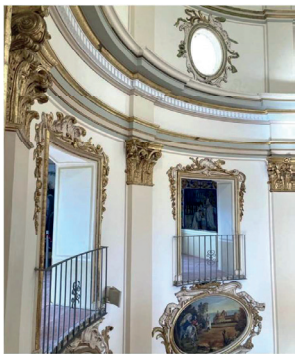


Imagen 8. Foto interior balcones ermita
Image 8. Photo inside the hermitage balconies



Imagen 9. Fotografía cúpula
Image 9. Dome photography

Conclusiones

Las disposiciones legales patrimoniales de la Ley 4/1989 de Patrimonio Cultura Valenciana: aplicable al caso que nos ocupa: Artículo 26 Es el lugar vinculado a acontecimientos pasados, tradiciones populares o creaciones culturales de valor histórico, etnológico o antropológico. Por lo que se refiere al Yacimiento de Pintarrafes, hay que decir que forma parte de un entorno muy estimable como es la llanura de la Ribera, de altos valores paisajísticos que rodean a una arquitectura académica ilustrada y que su protección está claramente ligada a la del bien arquitectónico y en definitiva se trata de un espacio muy vinculado a la figura de San Bernardo y sus hermanas y a la conmemoración de su martirio, que se materializa en una arraigada tradición popular que traspasa los límites y abarca la región.

INTRODUCTION AND OBJECTIVES

The aim of this study is to evaluate the historical-artistic values that are appropriate for the declaration of the Pintarrafes Site and the Hermitage of Sant Bernat, Maria i Gràcia as a Monument as an Asset of Cultural Interest in the category of Historic Site. It is considered within the historical, ethnological and architectural field, that is, both of a material and immaterial nature. In accordance with Law 4/98 on Valencian Cultural Heritage.

THE DESCRIPTION

The Hermitage is located in the area of Pintarrafes near the town and on the Camino de San Bernardo, in a northeasterly direction. We can distinguish the landscape of the hermitage of Sant Bernat on two perceptual levels: one, the distant one, formed by the alluvial plain and the contemporary cultivation of fruit trees, all surrounded by low-lying mountain foothills that delimit a visual basin 2characteristic and widely coined as a topic of success of the agricultural wealth of the Ribera. The other, the one next to the hermitage, the area of Pintarrafes, which is nothing more than a piece of the previous one, although configured as part of the stage for the festive and commemorative celebrations of the Saints of Carlet and which are now made up of modern elements, of good design, forming a friendly atmosphere of mulberry trees and benches in a whitewashed brick circle to accommodate the pilgrims who come there every 23 of July.



Imagen 3. Vista superior parcial de la nube de puntos
Image 3. Partial top view of the point cloud



Imagen 6. Ortofoto del sitio
Image 6. Site Orthophoto



Imagen 7. 1900 Ermita
Image 7. 1900 Hermitage .

Results

The design composition, the layout of the Hermitage of San Bernardo, is part of the transition from the Baroque of the first half of the eighteenth century to the academic norm founded in 1768.

The hermitage was built between 1762 and 1765, and consecrated in 1769 and the authorship is probably attributable to the architect Antoni Gilabert. The architect Gilabert had a close relationship with the Counts of Carlet on other neighboring land projects within their jurisdiction.

The typological similarities, projectual, such as the hermitage of Nules, the parish of San Andrés in LÀlcudia and the church of Escuelas Pías and personal lead, reaffirm hypotheses of the authorship of the master Gilabert of the hermitage of Sant Bernat.



Imagen 10. Foto del paraje colindante
Image 10. Photo of the adjoining area



Imagen 11. 2024 Ermita
Image 10. 2024 Hermitage

Conclusions

The legal heritage provisions of Law 4/1989 on Valencian Cultural Heritage: applicable to the case at hand: Article 26 It is the place linked to past events, popular traditions or cultural creations of historical, ethnological or anthropological value. As far as the Pintarrafes Site is concerned, it must be said that it is part of a very estimable environment such as the plain of La Ribera, of high landscape values that surround an enlightened academic architecture and that its protection is clearly linked to that of the architectural asset and in short it is a space closely linked to the figure of Saint Bernard and his sisters and to the commemoration of his martyrdom, which materializes in a deep-rooted popular tradition that transcends the limits and encompasses the region.

ARQUITECTURA FINGIDA Y APLANTILLADA EN LA CÚPULA DE LAS ESCUELAS PÍAS DE VALENCIA

TEMPLATE ARCHITECTURE AND GAUGED BRICKWORK IN THE DOME OF ESCUELAS PÍAS OF VALENCIA

Luis Cortés Meseguer
Researcher at the Building Technology Research Center and assigned the Department of Architectural Construction; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s / n, 46022 Valencia, Spain. Associated Professor, PhD Architect and Building Engineer. E-mail: luicorme@upv.es

Jorge Luis García Valldecabres
Researcher in the PEGASO Research Center for Architecture, Heritage and Sustainable Management and assigned Department of Architectural Graphic Expression; Universitat Politècnica de València, Senior Lecturer, PhD Architecture by the UPV. E-mail: jgvallde@ega.upv.es

Concepción López González
Researcher in PEGASO Research Center for Architecture, Heritage and Sustainable Management and assigned the Department of Architectural Graphic Expression; Universitat Politècnica de València, Senior Lecturer, PhD Architecture by the UPV. E-mail: mlopezg@ega.upv.es

Yrma Daniela Villalba Linares
Architect. Student of Master's Degree in Preservation of Architectural Heritage; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: ydvillin@arq.upv.es

Abstract

This research is conducted within the scope of the restoration works of the dome of the Church of the Escuelas Pías in Valencia, funded by the Ministry of Housing and Urban Agenda of Spain, project 2022 17 10 0116.

In Valencia, the use of brick in vaults was introduced during the Christian conquest. The first instance of cut and shaped brickwork was in the Colegio del Patriarca (16th-17th centuries), in the loggia of the main facade and the drum of the dome. From there, this technique spread to doorways, capitals, and cornices, notably in the Chapel of the Communion of San Martín and the Basilica of the Desamparados. In the Escuelas Pías, it is used in the entablature of the drum, with decorative details. With the Renaissance, masonry gradually replaced stone carving. Painting techniques were also used to simulate stone and brick effects, as seen in the lantern of the Escuelas Pías, where almost all the original painting has been lost.

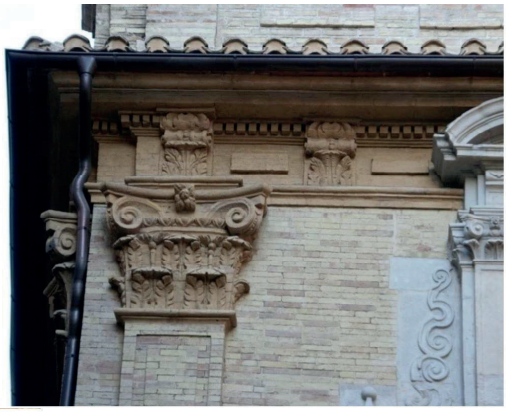
Keywords
Valencia, Escuelas Pías, gauged brickwork, template architecture, lantern

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

ARQUITECTURA FINGIDA Y APLANTILLADA EN LA CÚPULA DE LAS ESCUELAS PÍAS DE VALENCIA.

TEMPLATE ARCHITECTURE AND GAUGED BRICKWORK IN THE DOME OF ESCUELAS PÍAS OF VALENCIA

Luis Cortés Meseguer[1] Jorge García-Valldecabres[2] Concepción López González[2] Yrma Daniela Villalba Linares [3]
CITE / Polytechnic University of Valencia[1] PEGASO / Polytechnic University of Valencia[2] Polytechnic University of Valencia[3]


Imágenes 1,2, 3. Logia del Palacio Arzobispal de Valencia. Detalle de orden de la capilla de la Comunión de la iglesia de San Martín. Detalle del capitel del Hermano Bautista y entablamento del orden de la fachada de la Basílica de los Desamparados, En Valencia.

Images 1, 2, 3. Loggia of the Archiepiscopal Palace. Detail of the order of the Communion chapel of the church of San Martín. Detail of the capital of Brother Bautista and the entablature of the order of the façade of the Basilica of the Desamparados. In Valencia.




Imágenes 4, 5. Detalle de la arquitectura aplantillada en la linterna y fingida en el tambor de la cúpula.

Images 4, 5. Detail of the gauged brickwork in the lantern and the illusion in the drum of the dome.

INTRODUCCIÓN

Esta investigación se desarrolla en el ámbito de la investigación de las obras de restauración de la cúpula de la iglesia de las Escuelas Pías de Valencia, subvencionado por el Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana de España, proyecto 2022 17 10 0116.

INTRODUCTION

This research is conducted within the scope of the restoration works of the dome of the Church of the Escuelas Pías in Valencia, funded by the Ministry of Housing and Urban Agenda of Spain, project 2022 17 10 0116.

RESULTADOS

En Valencia, no fue hasta la época de la conquista cristiana cuando se utilizó el ladrillo en las plementerías de las bóvedas y la primera vez que se vió una fábrica con ladrillo aplantillado, cortado y perfilado fue en el Colegio del Patriarca, entre los siglos XVI-XVII, concretamente en la logia de la fachada principal y en el tambor de la cúpula (Zaragozá e Iborra, 2011). A partir de ahí tendremos numerosos ejemplos extendidos en portadas, capiteles y entablamentos, destacando la capilla de la Comunión de San Martín, la basílica de los Desamparados, la logia del Palacio Arzobispal, ya sea para uso decorativo o estructural de las cornisas.

En el caso de las Escuelas Pías tenemos dicha técnica en el entablamento del primer anillo del tambor con las gotas, triglifos y molduras, el recercado de los huecos del tambor y la linterna es un ejemplo extendido de ello. Es evidente que con el fuerte impulso de la albañilería a partir del Renacimiento se produjo el abandono progresivo de la cantería, por la mayor dificultad de extracción, transporte y ejecución de obra, además de que se necesita de mano de obra especializada y medios auxiliares de mayor dimensión y para mayores cargas.

Por otro lado, gracias a las técnicas de pintura en la arquitectura, se pueden remarcar o crear composiciones arquitectónicas a través de los trampantojos o de arquitectura fingida, que se da con los efectos que da una pintura la realidad espacial es acentuada artificialmente con intensificar los efectos de profundidad (Patetta, 1984). En el caso de la linterna de las Escuelas Pías tendríamos dos efectos: uno con una pintura crema imitando la caliza valenciana en algunos elementos de ménsulas, cornisas, triglifos para simular piedra y, el otro, el fingido de ladrillo con las juntas incisas.

Desgraciadamente, se ha perdido el 99% y solo se pudo comprobar tras distintas catas realizadas por Sofía Martínez en la linterna y un resto de fingido como el despiece de la fachada principal en el primer anillo del tambor.

RESULTS

In Valencia, it was not until the time of the Christian conquest that brick was used in the masonry of the vaults, and the first time a factory with cut and profiled brick was seen was at the College of the Patriarch, between the 16th and 17th centuries, specifically in the loggia of the main façade and in the drum of the dome (Zaragozá and Iborra, 2011). From there, we have numerous examples spread across doorways, capitals, and entablatures, notably the chapel of San Martín's Communion, the Basilica of the Desamparados, and the loggia of the Archiepiscopal Palace, whether for decorative or structural use of the cornices (Cristini and Ruiz, 2011).

In the case of the Pious Schools, this technique is present in the entablature of the first ring of the drum with the drops, triglyphs, and moldings. The framing of the openings of the drum and the lantern is a widespread example of this. It is evident that with the strong push for masonry starting in the Renaissance, there was a gradual abandonment of stonework due to the greater difficulty of extraction, transportation, and execution of work, as well as the need for specialized labor and larger auxiliary means for heavier loads.

On the other hand, thanks to painting techniques in architecture, architectural compositions can be highlighted or created through trompe-l'œil or façade architecture, where the effects of painting artificially accentuate the spatial reality by intensifying depth effects (Patetta, 1984).

In the case of the lantern of the Pious Schools, we have two effects: one with a cream paint imitating Valencian limestone on some elements such as corbels, cornices, and triglyphs to simulate stone, and the other, the illusion of brick with incised joints.

Unfortunately, 99% has been lost, and it could only be verified through various tests conducted by Sofía Martínez on the lantern and a remnant of the illusion, such as the detailing of the main façade in the first ring of the drum.






Imágenes 6, 7, 8, 9. Detalle de moldura de ladrillo aplantillado en la ventana de la linterna. Moldeado de la ménsula de linterna con mortero. Detalle del arquitrabe del tambor. Coronación de la linterna con aplantillado y fingiendo piedra algunos elementos.

Images 6, 7, 8, 9. Detail of the molded brick in the window of the lantern. Molding of the lantern corbel with mortar. Detail of the architrave of the drum. Crown of the lantern with template architecture and some elements imitating stone.

HISTORIA GRÁFICA Y LEVANTAMIENTOS DE LA CATEDRAL DE VALENCIA

GRAFICAL HISTORY AND SURVEYINGS OF VALENCIA'S CATHEDRAL

Luis Cortés Meseguer
Researcher at the Building Technology Research Center and assigned the Department of Architectural Construction; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s / n, 46022 Valencia, Spain. Associated Professor, PhD Architect and Building Engineer. E-mail: luicorme@upv.es

Jorge Luis García Valldecabres
Researcher in the PEGASO Research Center for Architecture, Heritage and Sustainable Management and assigned Department of Architectural Graphic Expression; Universitat Politècnica de València, Senior Lecturer, PhD Architecture by the UPV. E-mail: jgvallde@ega.upv.es

Concepción López González
Researcher in PEGASO Research Center for Architecture, Heritage and Sustainable Management and assigned the Department of Architectural Graphic Expression; Universitat Politècnica de València, Senior Lecturer, PhD Architecture by the UPV. E-mail: mlopezg@ega.upv.es

Pablo Ariel Escudero
Researcher in PEGASO Research Center for Architecture, Heritage and Sustainable Management; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: pables@arq.upv.es

Abstract

This works is part of the R&D Project "Analysis and development of HBIM integration in GIS for the creation of a tourist planning protocol of the cultural heritage of a destination (PID2020-119088RB-100)" of the Spanish Ministry of Science and Innovation. The cathedral of Valencia is a study case.

Although there is documentary evidence of many construction phases of the Valencia Cathedral from its origin and conception, it is evident that thanks to the plans and old photographs, we can better understand its evolutionary process. All research indicates that the first graphic document of the Cathedral is from 1608, extracted from the plan of Valencia by Mancelli. From there, there are the views of Tosca prior to the neoclassical reform in the 18th century and whose graphic testimony has already reached us through photography. Subsequently, plans, photographs and other images tell us about the process of repristination to a Gothic architecture in the 1970s. Subsequently, the same survey carried out on those dates served for the Master Plan, until in 2014 a planimetric survey was carried out with greater accuracy. Recently, these researchers have carried out a survey with a 3D laser scanner (TLS) of the entire Cathedral and represents the survey for the 21st century, being able to provide images for optimal conservation of this monument of almost eight centuries of existence.

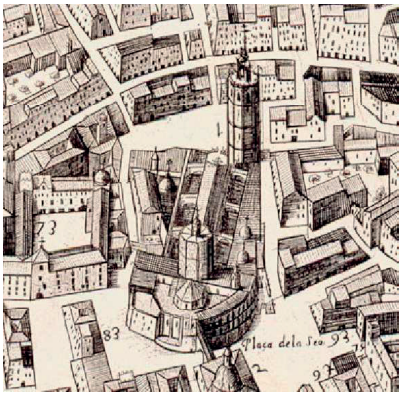
Keywords
Valencia, cathedral, surveying, planimetry, figures

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

EVOLUCIÓN GRÁFICA Y LEVANTAMIENTOS DE LA CATEDRAL DE VALENCIA
GRAPHICAL EVOLUTION AND SURVEYINGS OF VALENCIA'S CATHEDRAL

Luis Cortés Meseguer[1] Jorge García Valldecabres[2] Concepción López González[2] Pablo Ariel Escudero [2]
CITE / Polytechnic University of Valencia[1] PEGASO Centro de investigación de la Arquitectura, el Patrimonio y la Gestión para el Desarrollo Sostenible / UPV[2]





Imágenes 1 y 2. Vistas de la catedral de 1608 (Mancelli) y de 1738 (Tosca y Fortea) donde se aprecia la evolución del monumento.
Image 1. View of the cathedral from 1608 (Mancelli) and 1738 (Tosca and Fortea) where compositional differences are appreciated

INTRODUCCIÓN

Esta investigación se desarrolla en el ámbito del Proyecto I+D "Análisis y desarrollo de la integración HBIM en SIG para la creación de un producto de planificación turística del patrimonio cultural de un destino (PID2020-119088RB-100)", subvencionado por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España, siendo la catedral de Valencia uno de los casos de estudio.

INTRODUCTION

This works is part of the R&D Project "Analysis and development of HBIM integration in GIS for the creation of a tourist planning protocol of the cultural heritage of a destination (PID2020-119088RB-100)" of the Spanish Ministry of Science and Innovation. The cathedral of Valencia is a study case.

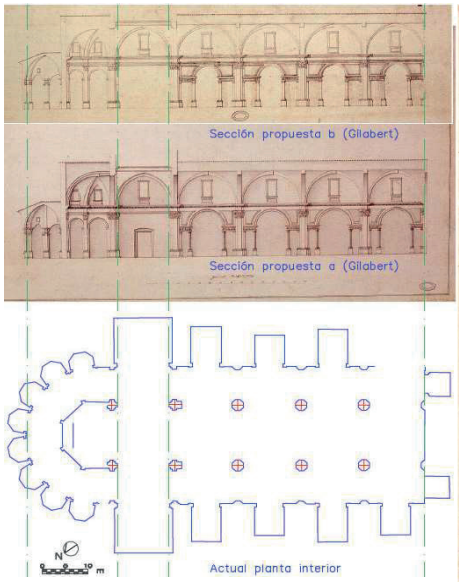


Imagen 3. Propuesta de Gilabert para la renovación de la Catedral (s. XVIII) sobre el levantamiento actual
Image 3. Gilabert's proposal for the renovation of the Cathedral (18th century) on the current surveying

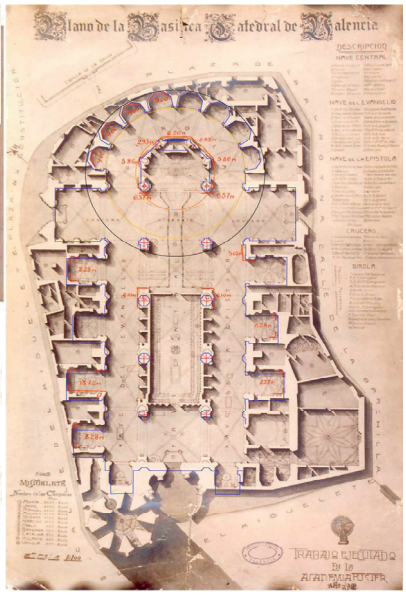


Imagen 4. Levantamiento de la planta por la Academia Fuster, 1922. En azul, el levantamiento actual. Se aprecia el error del levantamiento.
Image 4. Cathedral's plant by the Fuster Academy, 1922. The error is appreciated, in blue.

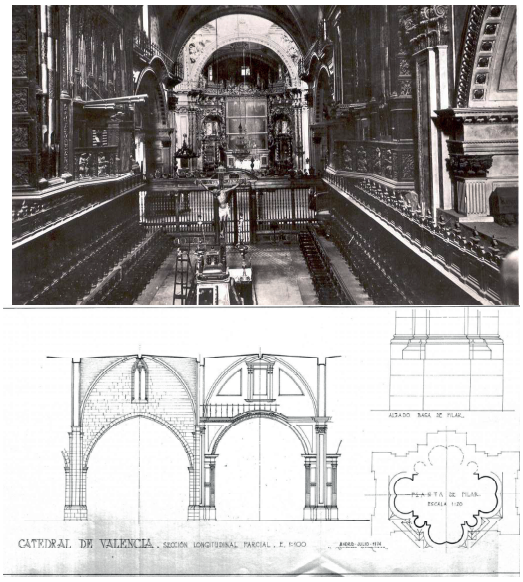


Imagen 5. Levantamientos de Alejandro Ferrant para el descubrimiento del gótico en la segunda mitad del s. XX.
Image 5. Surveyings of Alejandro Ferrant for the discovery of the Gothic in the second half of the s. XX.

LEVANTAMIENTOS HISTÓRICOS

Si bien hay constancia documental de muchas fases constructivas de la Catedral de Valencia desde su origen y concepción, es evidente que gracias a los planos y fotografías antiguas, podemos entender de mejor forma su proceso evolutivo. En este poster se describe una pequeña evolución de la forma exterior de la catedral desde 1608, así como su aspecto interior tras su reforma neoclásica en el siglo XVIII. Gracias a recientes estudios, se ha podido realizar un levantamiento exhaustivo de toda la Catedral y representa la planimetría del siglo XXI.

HISTORICAL SURVEYS

Although there is documentary evidence of many construction phases of the Valencia Cathedral from its origin and conception, it is evident that thanks to the plans and old photographs, we can better understand its evolutionary process. This poster describes a small evolution of the exterior shape of the cathedral since 1608, as well as its interior appearance after its neoclassical reform in the 18th century. Thanks to recent studies, it has been possible to carry out an exhaustive survey of the entire Cathedral and represents the planimetry of the 21st century.

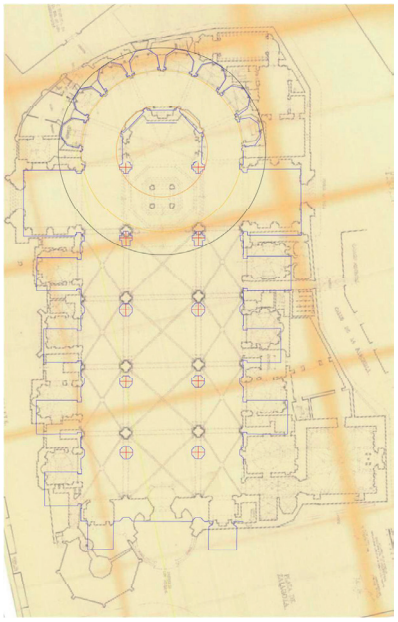




Imagen 6. Levantamiento actual de la Catedral con tecnología escaner 3D (TLS).
Image 2. Current survey of the Cathedral with 3D scan (TLS).

Imagen 7. Levantamiento de la Catedral de finales de siglo XX usado también en el Plan Director.
Image 7. Survey of the Cathedral at latest 20th. Century, used also for the Master Plan.

REINTERPRETANDO EL PATRIMONIO DEL MOVIMIENTO MODERNO VALENCIANO: CREACIÓN DE UNA BASE DE DATOS BIM PARA EL EDIFICIO GRAN VÍA MARQUÉS DEL TURIA 29

REINTERPRETING THE HERITAGE OF THE VALENCIAN MODERN MOVEMENT: CREATION OF A BIM DATABASE FOR THE BUILDING AT GRAN VÍA MARQUÉS DEL TURIA 29

Pablo Ariel Escudero
Investigador en el Centro de investigación de la Arquitectura, el Patrimonio y la Gestión para el Desarrollo Sostenible (PEGASO). Contratado FPI, Universitat Politècnica de València; Camino de s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: pabes@arq.upv.es

Jorge García Valldecabres
Investigador en el Centro de investigación de la Arquitectura, el Patrimonio y la Gestión para el Desarrollo Sostenible (PEGASO). Profesor Titular de Universidad, adscrito al Dpto. Expresión Gráfica Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: jgvallde@ega.upv.es

Concepción López González
Investigadora en el Centro de investigación de la Arquitectura, el Patrimonio y la Gestión para el Desarrollo Sostenible (PEGASO). Catedrática de Escuela Universitaria, adscrita al Dpto. Expresión Gráfica Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: mlopezge@ega.upv.es

Luis Cortés Meseguer
Investigador en el Centro de Investigación de Tecnología de la Edificación. Profesor Contratado Doctor, adscrito al Dpto. de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: luicorme@upv.es

Abstract

This work aims to develop a methodology for digitizing the graphical documentation of significant architectural heritage buildings from the Valencian Modern Movement by applying BIM (Building Information Modeling) technology. The objective is to reinterpret the architectural values of these assets by creating a comprehensive BIM database, represented through a digital model of the residential building at Gran Vía Marqués del Turia 29, designed by Joaquín García Sanz in 1958. This study seeks to demonstrate the effectiveness of this methodology in digitization and analysis, ensuring the preservation of knowledge, thorough documentation, and facilitating future interventions.

Furthermore, the research aims to establish a systematic process for constructing a digital database aligned with the guidelines of the National Plan for the Conservation of 20th-Century Cultural Heritage, alongside various guides and charters related to 20th-century heritage, including DOCOMOMO publications. The ultimate goal is to create a centralized, chronological repository of data that serves as a historical archive of the building, safeguarding its original features for future generations.

Keywords
BIM; Heritage; Modern Movement; Valencia

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

REINTERPRETANDO EL PATRIMONIO DEL MOVIMIENTO MODERNO VALENCIANO: CREACIÓN DE UNA BASE DE DATOS BIM PARA EL EDIFICIO GRAN VÍA MARQUÉS DEL TURIA 29

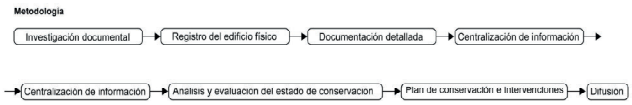
REINTERPRETING THE HERITAGE OF THE VALENCIAN MODERN MOVEMENT: CREATION OF A BIM DATABASE FOR THE BUILDING AT GRAN VÍA MARQUÉS DEL TURIA 29

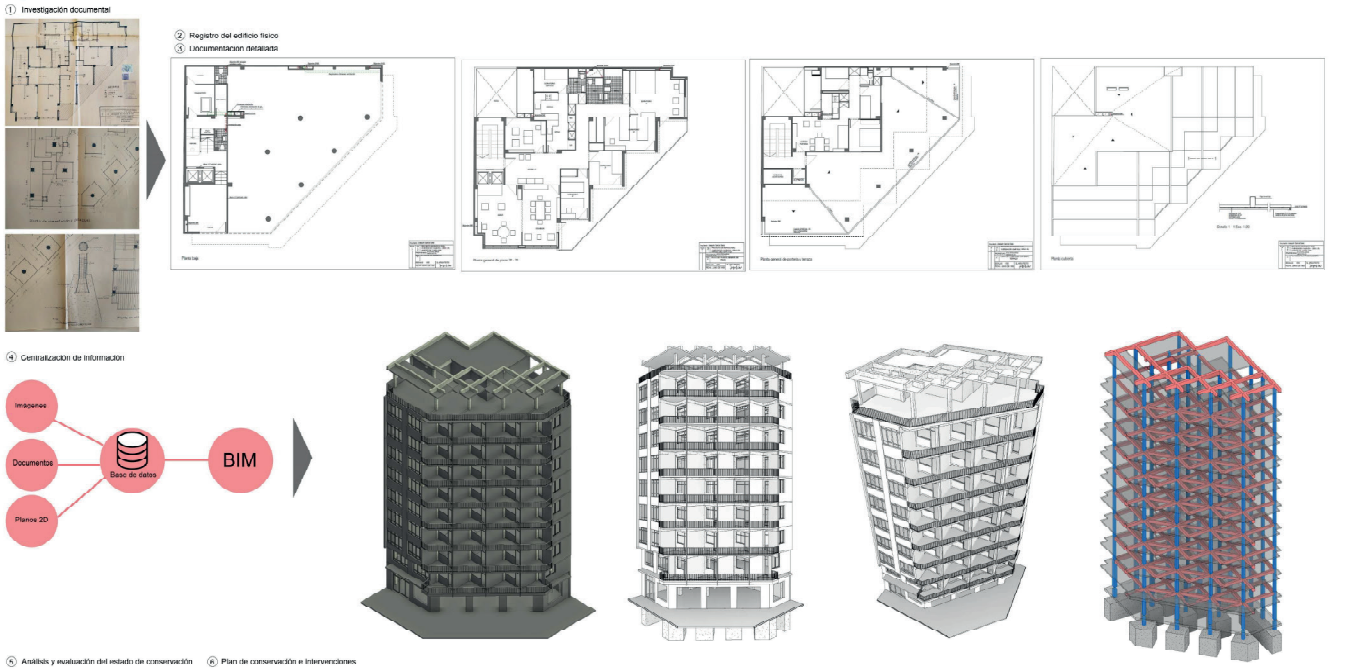
Pablo A. Escudero[1,2], Jorge L. García Valldecabrés[1,2], M. C. López González[1,2] ,Luis Cortés Meseguer[2]
CI de la Arquitectura, el Patrimonio y la Gestión para el Desarrollo Sostenible (PEGASO)[1]; Universitat Politècnica de València[2]

Este trabajo se enfoca en aportar una metodología para digitalizar la documentación gráfica de edificios reconocidos del patrimonio arquitectónico del Movimiento Moderno valenciano a partir de la aplicación de la metodología BIM. Con el objetivo de reinterpretar los valores de los bienes arquitectónicos se pretende generar una base de datos BIM, materializada mediante un modelo digital del edificio de viviendas de Gran Vía Marqués del Turia 29, proyectado por Joaquín García Sanz en 1958. Se busca demostrar la aplicación de esta metodología para la digitalización y análisis, preservando su conocimiento, documentando y facilitando futuras intervenciones.
Se busca establecer un proceso sistemático para la construcción de una base de datos digital que cumpla con las directrices del Plan Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural del siglo XX, así como con las diversas guías y cartas relacionadas con el patrimonio del siglo XX, incluidas las publicaciones del DOCOMOMO. El objetivo es crear un repositorio centralizado y cronológico de datos que funcione como un archivo histórico del edificio, con el propósito de preservar sus características originales.

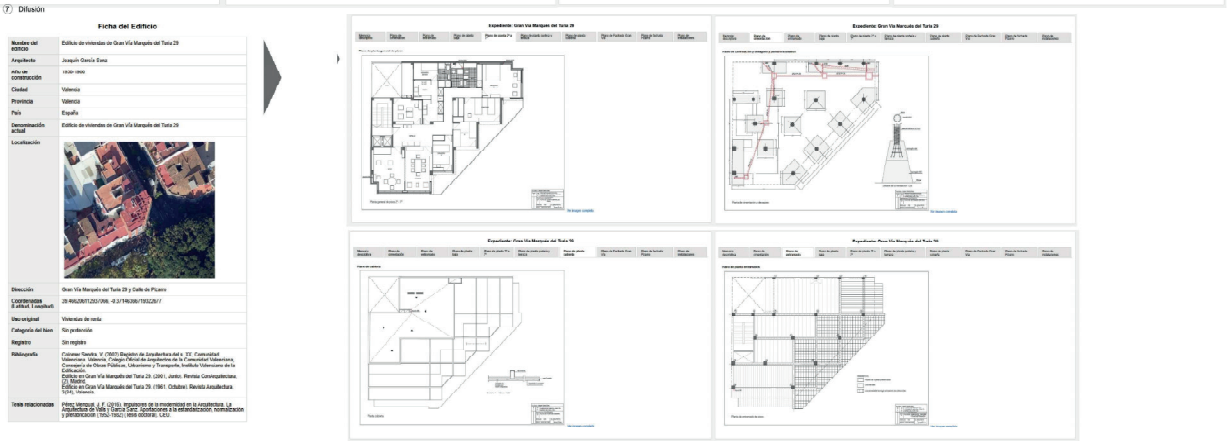
This work focuses on providing a methodology for digitizing the graphical documentation of recognized architectural heritage buildings of the Valencian Modern Movement through the application of BIM methodology. Aiming to reinterpret the values of architectural assets, the goal is to generate a BIM database, materialized through a digital model of the residential building located at Gran Vía Marqués del Turia 29, designed by Joaquín García Sanz in 1958. The aim is to demonstrate the application of this methodology for digitization and analysis, ensuring its knowledge is preserved, documented, and facilitating future interventions.
The objective is to establish a systematic process for constructing a digital database aligned with the guidelines of the National Plan for the Conservation of 20th-Century Cultural Heritage, as well as with various guides and charters related to 20th-century heritage, including DOCOMOMO publications. The ultimate goal is to create a centralized and chronological data repository that functions as a historical archive of the building, ensuring the preservation of its original characteristics.











APROXIMACIÓN MATERIAL DE LA PANDA ESTE DEL CLAUSTRO MAYOR, ANTIGUO CONVENTO DE SANTO DOMINGO (VALENCIA)

MATERIAL APPROXIMATION OF THE EAST SIDE OF THE MAIN CLOISTER, FORMER CONVENT OF SANTO DOMINGO (VALENCIA)

S. Kröner
Doctor en Geología, especializado en Conservación y restauración del Patrimonio Cultural. PhD in Geology specialised in Conservation and restoration of Cultural Heritage. E-mail: stephan.kroner2013@gmail.com
E. Arias-Valera
Arquitecta Técnica. Graduada en Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Universidad Politécnica de Valencia./ Building Engineer. Graduated in Conservation and Restoration of Cultural Heritage. E-mail:engracia05@gmail.com
L. Osete-Cortina
I*nvestigadora en el Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio. Universitat Politècnica de València. Profesora Asociada en el Dpto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Facultad de Bellas Artes, UPV. Doctora en Química por la UV. Researcher in the Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio. Associate Professor at the Department of Conservation and Restoration of Cultural Assets, Faculty of Fine Arts, UPV. PhD in Chemistry. E-mail: losete@crbc.upv.es*
X. Mas-Barberà
Investigador en el Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio. Universitat Politècnica de València (UPV). Profesor Catedrático de Universidad, Conservador y restaurador de escultura y ornamentos. Doctor en Bellas Artes por la UPV. Researcher in the Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio. Senior Professor at the UPV, Conservator and restorer of sculpture and ornaments. PhD in Fine Arts. E-mail: jamasbar@upvnet.upv.es

Abstract

This study examines the stone materials utilised in the east wall of the main cloister of the former Convent of Santo Domingo, a Gothic monument of significant renown in Valencia. The findings are derived from the research conducted as part of the preliminary studies on the east side of the cloister, which were commissioned by the Colonel Governor of the High Readiness Land Headquarters to the University Institute of Heritage Restoration of the Universitat Politècnica de València. During the course of the work, the lithotypes and their varieties from historical quarries in the Crown of Aragon region were identified, some of which were original and others the result of later replacements. This diversity of materials reveals the logistical complexity and resources invested in construction during the medieval period in this typology of mendicant buildings. Furthermore, the most salient properties of the natural stone materials are addressed, providing pivotal information for the diagnosis and planning of conservation treatments aimed at ensuring their resistance to environmental deterioration. Finally, the research suggests that the ancient builders may have utilised the stone resources available in the region to achieve a work with a certain stylistic coherence adapted to the architectural arcade.

Keywords
Former Convent of Santo Domingo (Valencia), gothic tracery, Blue Girona stone, tosca de Rocafort stone.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

APROXIMACIÓN MATERIAL DE LA PANDA ESTE DEL CLAUSTRO MAYOR, ANTIGUO CONVENTO DE SANTO DOMINGO (VALENCIA, ESPAÑA)

MATERIAL APPROXIMATION OF THE EAST SIDE OF THE MAIN CLOISTER, FORMER CONVENT OF SANTO DOMINGO (VALENCIA, SPAIN)

S. Kröner[1] E. Arias-Valera[2] L. Osete Cortina[3] X. Mas-Barberà[3]
PhD in Geology, specialised in Conservation and restoration of Cultural Heritage; Graduated in Conservation and Restoration of Cultural Heritage, UPV[2]; Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio. Universitat Politècnica de València[3]

INTRODUCCIÓN/ INTRODUCTION

El presente estudio recoge los resultados obtenidos de los análisis llevados a cabo sobre los materiales pétreos presentes en la panda este del Claustro Mayor, Antiguo Convento de Santo Domingo de Valencia (Figura 1). Actualmente, se ubica en el mencionado convento el Cuartel General Terrestre de Alta Disponibilidad de Valencia (CGTAD), conocido aún como Capitanía General tras la exclaustración de los dominicos hace más de 175 años. El CGTAD es dependiente del Ministerio de Defensa en cuya Dirección de Infraestructura de la Inspección General del Ejército de Tierra recae el cuidado y la salvaguarda de este patrimonio cultural catalogado. This study presents the results obtained from the analyses carried out on the stone materials present on the east side of the east wall of the Main Cloister, Former Convent of Santo Domingo in Valencia (Figure 1). The convent is currently home to the High Availability Terrestrial Headquarters of Valencia (CGTAD), still known as the Captaincy General after the secularisation of the Dominicans more than 175 years ago. The CGTAD is dependent on the Ministry of Defence, whose Directorate of Infrastructure of the General Inspectorate of the Army is responsible for the care and safeguarding of this listed cultural heritage.

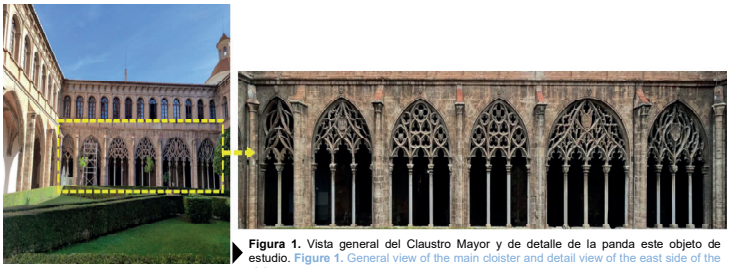


Figura 1. Vista general del Claustro Mayor y de detalle de la panda este objeto de estudio. **Figure 1.** General view of the main cloister and detail view of the east side of the cloister.

MATERIALES PÉTREOS NATURALES/ NATURAL STONE MATERIALS

La piedra empleada en la construcción de la tracería de los arcos de la panda este del claustro corresponde básicamente con piedras de origen sedimentario. Son piedras del tipo carbonático, con sillares de piedra caliza relativamente vulnerable a determinados factores de deterioro (humedades, contaminación, temperatura, sales entre otros) (Tabla 1, Figuras 1-6). The stone used in the construction of the tracery of the arches on the east side of the cloister corresponds basically to stones of sedimentary origin. They are carbonate stones, with limestone ashlars relatively vulnerable to certain deterioration factors (humidity, contamination, temperature, salts, etc.) (Table 1, Figures 1-6).

Tabla 1. Materiales pétreos detectados en las áreas objeto de estudio a partir de los estudios macroscópicos in situ. **Table 1.** Stone materials detected in the study areas from macroscopic studies in situ.

Geological period	Stone material	Extraction area	Estimated period of use on site
Miocene	tosca de Rocafort limestone	Rocafort (Valencia)	s. XIV-XV s. XVIII-XIX
	Biocalcarenite from Novelda "Bateig"	Novelda (Alicante)	s. XX
Eocene	Girona limestone	Girona (Gerona)	s. XV-XVI s. XVIII-XIX

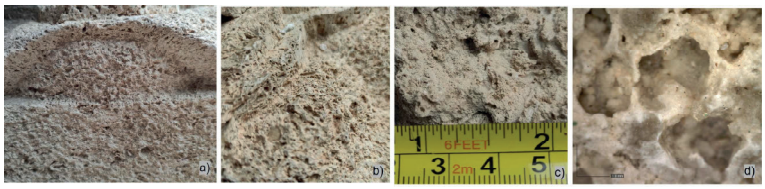


Figura 2 (a-d). Piedra caliza tosca de Rocafort. a-c) Vista de detalle de la textura superficial del litotipo de una de las bases de la panda este. d) Detalle del pétreo visto al microscopio Digital USB DinoLite AM4113T. **Figure 2 (a-d).** Coarse limestone from Rocafort. a-c) Detail view of the surface texture of the lithotype of one of the bases of the east panel. d) Detail of the stone as seen under the DinoLite AM4113T USB Digital Microscope.

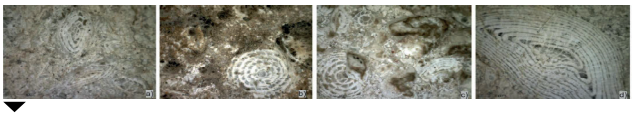


Figura 3 (a-d). Caliza de Girona azul, detalles de la textura pétrea vistas al microscopio Digital USB DinoLite AM4113T. a) Fuste 1, Arco 2; b) Fuste 5, Arco 6; c) Fuste 4, Arco 3; d) Fuste 5, Arco 4. **Figure 3 (a-d).** Blue Girona limestone, details of the stone texture as seen under the DinoLite AM4113T USB Digital Microscope. a) Base 1, Arch 2; b) Base 5, Arch 6; c) Base 4, Arch 3; d) Base 5, Arch 4.

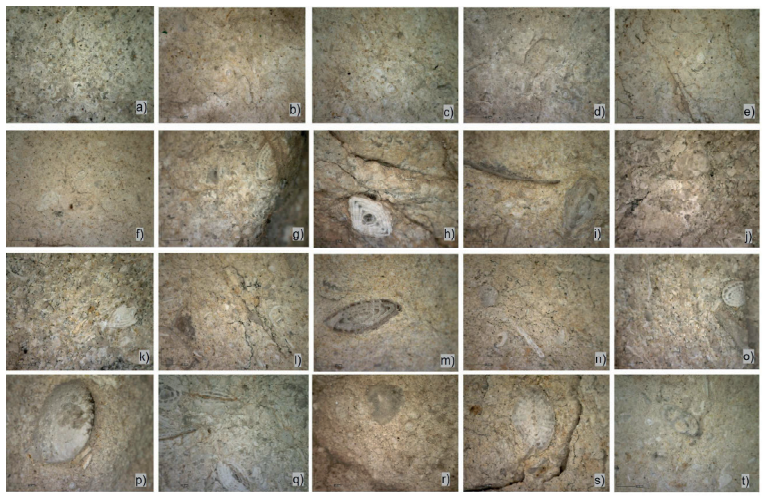


Figura 4 (a-t). Caliza de Girona blanca, detalles de la textura pétrea vistas al microscopio Digital USB DinoLite AM4113T. a) Base 1, Arco 1; b) Base 2, Arco 3; c) Base 2, Arco 4; d) Base 3, Arco 1; e) Base 3, Arco 3; f) Capitel 1, Arco 3; g) Capitel 1, Arco 4; h) Capitel 1, Arco 6; i) Capitel 2, Arco 2; j) Capitel 2, Arco 2; k) Capitel 2, Arco 4; l) Capitel 2, Arco 6; m) Capitel 3, Arco 2; n) Capitel 3, Arco 3; o) Capitel 3, Arco 4; p) Capitel 3, Arco 6; q) Capitel 4, Arco 3; r) Capitel 4, Arco 4; s) Capitel 4, Arco 6; t) Capitel 5, Arco 5. **Figure 4 (a-t).** White Girona limestone, details of the stone texture seen under the DinoLite AM4113T USB Digital Microscope. a) Base 1, Arch 1; b) Base 2, Arch 3; c) Base 2, Arch 4; d) Base 3, Arch 1; e) Base 3, Arch 3; f) Capital 1, Arch 3; g) Capital 1, Arch 4; h) Capital 1, Arch 6; i) Capital 2, Arch 2; j) Capital 2, Arch 2; k) Capital 2, Arch 4; l) Capital 2, Arch 6; m) Capital 3, Arch 2; n) Capital 3, Arch 3; o) Capital 3, Arch 4; p) Capital 3, Arch 6; q) Capital 4, Arch 3; r) Capital 4, Arch 4; s) Capital 4, Arch 6; t) Capital 5, Arch 5.



Figura 5 (a-c). Biocalcarenita de Novelda, detalles de la textura pétrea vistas al microscopio Digital USB DinoLite AM4113T. a) Piedra natural de cantera; b) Piedra procedente de la base 2, Arco 1; c) Piedra del fuste 2, Arco 1. Se aprecia el nivel de disolución diferencial de los elementos texturales expuestos a la intemperie. **Figure 5 (a-c).** Biocalcarenite from Novelda, details of the stone texture seen under the DinoLite AM4113T USB Digital Microscope. a) Natural quarry stone; b) Stone from base 2, Arch 1; c) Stone from shaft 2, Arch 1. The level of differential dissolution of the textural elements exposed to weathering can be seen.

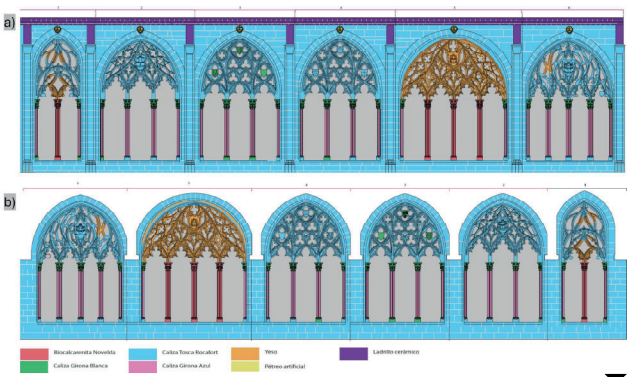


Figura 6 (a-b). Cartografía de materiales presentes en la panda este del Claustro Mayor del Antiguo Convento de Santo Domingo de Valencia. a) alzado vista exterior y, b) alzado vista interior. **Figure 6 (a-b).** Cartography of materials present in the east wall of the Main Cloister of the Old Convent of Santo Domingo in Valencia. a) elevation, exterior view and, b) elevation, interior view.

CONCLUSIONES/ CONCLUSIONS

En el presente estudio se han examinado los materiales pétreos utilizados en la panda este del claustro gótico procedentes de canteras históricas localizadas en el Levante español. Las exploraciones han permitido identificar la existencia de tres litotipos, y sus diferentes variedades, algunos de ellos originales de la construcción medieval y otros correspondientes a reposiciones posteriores realizadas en distintas etapas. De igual modo, el trabajo pone de relieve la diversidad de estos materiales pétreos en cuanto a propiedades físico-mecánicas, petrológicas y químicas se refiere, y que constituyen información fundamental para el diagnóstico y la propuesta de tratamientos. Finalmente, estos aspectos reflejan la importancia otorgada a la calidad y adecuación de los materiales de la tracería enclavada en los arcos de la construcción arquitectónica. This study has examined the stone materials used in the east wall of the Gothic cloister from historical quarries located in the Spanish Levante region. The explorations have allowed us to identify the existence of three lithotypes and their different varieties, some of them original to the medieval construction and others corresponding to later replacements carried out at different stages. The work also highlights the diversity of these stone materials in terms of their physical-mechanical, petrological and chemical properties, which constitute fundamental information for diagnosis and treatment proposals. Finally, these aspects reflect the importance given to the quality and suitability of the materials of the tracery embedded in the arches of the architectural construction.

AGRADECIMIENTOS/ACKNOWLEDGEMENTS

Los autores agradecen la confianza depositada por parte del Coronel Gobernador D. Juan Palau Tur y del Comandante D. José Sellés (Cuartel General Terrestre de Alta Disponibilidad de Valencia) y, especialmente a la Catédra Forum Unesco-UPV por su inestimable contribución en la protección del Patrimonio Valenciano. The authors would like to thank the Colonel Governor Juan Palau Tur and the Commander José Sellés (High Readiness Land Headquarters in Valencia) for their trust, and especially the Forum Unesco-UPV Cathedra for their invaluable contribution to the protection of Valencian Heritage.

ASPECTOS FORMALES Y COMPOSITIVOS DE LA TRACERÍA GÓTICA DEL CLAUSTRO MAYOR EN EL ANTIGUO CONVENTO DE SANTO DOMINGO DE VALENCIA

FORMAL AND COMPOSITIONAL ASPECTS OF THE GOTHIC TRACERY OF THE MAIN CLOISTER IN THE FORMER CONVENT OF SANTO DOMINGO OF VALENCIA

E. Arias-Valera
Arquitecta Técnica. Graduada en Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Universidad Politécnica de Valencia./ Building Engineer. Graduated in Conservation and Restoration of Cultural Heritage. E-mail:engracia05@gmail.com
S. Kröner
Doctor en Geología, especializado en Conservación y restauración del Patrimonio Cultural. PhD in Geology specialised in Conservation and restoration of Cultural Heritage. E-mail: stephan.kroner2013@gmail.com
L. Osete-Cortina
I*nvestigadora en el Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio. Universitat Politècnica de València. Profesora Asociada en el Dpto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Facultad de Bellas Artes, UPV. Doctora en Química por la UV. Researcher in the Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio. Associate Professor at the Department of Conservation and Restoration of Cultural Assets, Faculty of Fine Arts, UPV. PhD in Chemistry. E-mail: losete@crbc.upv.es*
X. Mas-Barberà
Investigador en el Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio. Universitat Politècnica de València (UPV). Profesor Catedrático de Universidad, Conservador y restaurador de escultura y ornamentos. Doctor en Bellas Artes por la UPV. Researcher in the Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio. Senior Professor at the UPV, Conservator and restorer of sculpture and ornaments. PhD in Fine Arts. E-mail: jamasbar@upvnet.upv.es

Abstract

The Main Cloister of the former Convent of Santo Domingo is an outstanding historical monument in the group of Valencia's Immovable Cultural Heritage. The work itself has been the object of multiple interventions over the centuries and this work details the formal and compositional aspects of the east wing that are unnoticed and are fundamental for establishing, among other aspects, the criteria in the decision-making phases. The results presented are the result of the work carried out within the framework of the Preliminary Studies on the Main Cloister, Former Convent of Santo Domingo (Valencia) for its diagnosis and restoration proposal: i) Arches of the Gothic tracery, east side and, ii) Arches of the façade of the Chapter House, a request made by the Colonel Governor of the High Availability Land Headquarters to the University Institute of Heritage Restoration of the Universitat Politècnica de València. The study illustrates how the cloister has been maintained in accordance with the context of religious, military, social and cultural tutelage experienced at any given time.

Keywords
Main Cloister of the Former Convent of Santo Domingo in Valencia, east side, Gothic ogival tracery.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

ASPECTOS FORMALES Y COMPOSITIVOS DE LA TRACERÍA GÓTICA DEL CLAUSTRO MAYOR EN EL ANTIGUO CONVENTO DE SANTO DOMINGO DE VALENCIA

FORMAL AND COMPOSITIONAL ASPECTS OF THE GOTHIC TRACERY OF THE MAIN CLOISTER IN THE FORMER CONVENT OF SANTO DOMINGO OF VALENCIA

E. Arias-Valera[1] S. Kröner[2] L. Osete Cortina[3] X. Mas-Barberà[3]
Graduated in Conservation and Restoration of Cultural Heritage, UPV[1]; PhD in Geology, specialised in Conservation and restoration of Cultural Heritage[2]; Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio. Universitat Politècnica de València[3]

INTRODUCCIÓN/ INTRODUCTION

El presente trabajo ilustra los aspectos más sobresalientes obtenidos tras el análisis llevado a cabo en los arcos de la tracería gótica, panda este, del Claustro Mayor en el Antiguo Convento de Santo Domingo, ubicado en Plaza de Tetuán, nº 22 de Valencia (Figura 1) el marco de los estudios preliminares llevados a cabo para el diagnóstico y propuesta de restauración de la panda este y fachada del aula capitular. El conjunto está catalogado, según Patrimonio Histórico, como Bien de Interés Cultural (RI-51-0000975) y, clasificado en el Inventario General del Patrimonio Cultural Valenciano (46.15.250-011). This paper illustrates the most outstanding aspects obtained after the analysis carried out on the arches of the Gothic tracery, east side, of the Main Cloister in the Old Convent of Santo Domingo, located in Plaza de Tetuán, nº 22 in Valencia (Figure 1) within the framework of the preliminary studies carried out for the diagnosis and proposal for the restoration of the east side and façade of the chapter house. The complex is listed, according to Historical Heritage, as an Asset of Cultural Interest (RI-51-0000975) and classified in the General Inventory of Valencian Cultural Heritage (46.15.250-011).



Figura 1 (a-c). Vista general de las fábricas objeto de estudio. a) Panda este del Claustro Mayor, vista exterior; b) Panda este del Claustro Mayor, vista interior o paso de Levante del claustro; c) Detalle del Arco 1, vista exterior. **Figure 1 (a-c).** General view of the factories under study. a) East wing of the Great Cloister, exterior view; b) East wing of the Great Cloister, interior view or East passage of the cloister; c) Detail of Arch 1, exterior view.

ANÁLISIS FORMAL Y COMPOSITIVO/ FORMAL AND COMPOSITIONAL ANALYSIS

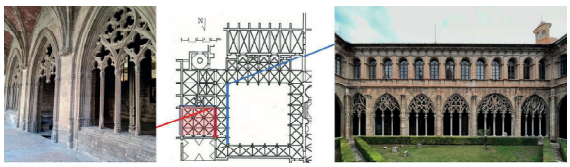


Figura 2. Zona claustral, localización en planta de la panda este y aula capitular. **Figure 2.** Cloister area, location in plan of the east wing and chapter house.

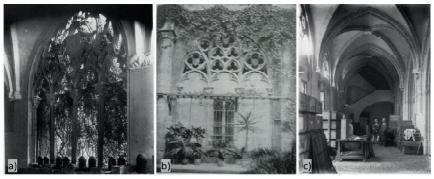


Figura 3 (a-c). Panda este del Claustro Mayor destinado a parque de artillería. a-c) Diferentes etapas de la historia del ala este o de levante, sin y con tabiquería (posterior a 1850), y repleta de armamento (Imágenes cortesía Archivo Capitanía). **Figure 3 (a-c).** East wing of the Main Cloister used as an artillery park. a-c) Different stages in the history of the east or east wing, without and with partitions (after 1850), and full of armaments (Images courtesy of the Capitanía Archive).

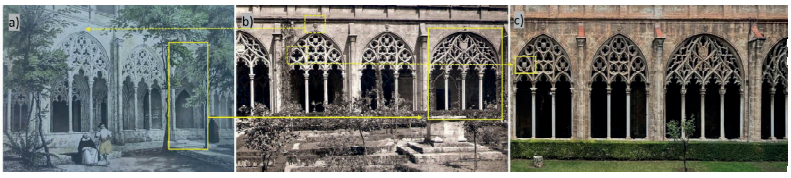


Figura 4 (a-c). Panda este del Claustro Mayor. a) Dibujo de Girault de Prangey en Le Moyen Age Monumental et Archéologique, hacia 1845, se aprecia el arco 5 sin tracería ni parteluces, tampoco aparecen los mascarones (Puig Nebot, 2018); b) Estado de las arcadas después de la restauración del General Urrutia sin los tabicados; el arco 3 carece del escudo nº1, aunque se repone posteriormente (Imágenes cortesía Archivo Capitanía); c) Estado actual, 2024. **Figure 4 (a-c).** East wing of the Main Cloister. a) Drawing by Girault de Prangey in *Le Moyen Age Monumental et Archéologique*, circa 1845, showing arch 5 without tracery or mullions, nor do the masks appear (Puig Nebot, 2018); b) State of the arcades after General Urrutia's restoration without the partitions; arch 3 lacks coat of arms no. 1, although it was later replaced (Images courtesy of Archivo Capitanía); c) Current state, 2024.

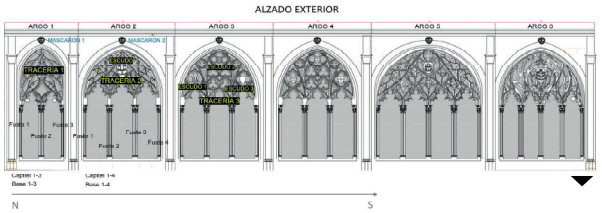


Figura 5. Alzado exterior de la panda este del claustro y distribución de elementos para su codificación (evidentemente, las reseñas a los elementos se repiten conforme al número de arcos). **Figure 5.** Exterior elevation of the east side of the cloister and distribution of elements for coding (of course, the descriptions of the elements are repeated according to the number of arches).



Figura 6 (a-f). Escudo de los Castellví. a-b) Arco 2, anverso-reverso; c-d) Arco 5, anverso-reverso; e-f) Arco 6, anverso-reverso. (Ilustración blasón cortesía De Cadenas y Vicent, 1994). **Figure 6 (a-f).** Coat of arms of the Castellví family. a-b) Arch 2, recto-reverse; c-d) Arch 5, recto-reverse; e-f) Arch 6, recto-reverse. (Illustration of coat of arms courtesy of De Cadenas and Vicent, 1994).



Figura 7 (a-f). Escudo de los Codinats y Esplugues. a-b) Arco 4, escudo 1, anverso-reverso; c-d) Arco 4, escudo 2 -centro-, anverso-reverso; e-f) Arco 4, escudo 3, anverso-reverso. (Ilustración blasón cortesía de Cadenas y Vicent, 1994). **Figure 7 (a-f).** Coat of arms of the Codinats and Esplugues families. a-b) Arch 4, coat of arms 1, obverse-reverse; c-d) Arch 4, coat of arms 2 -centre-, obverse-reverse; e-f) Arch 4, coat of arms 3, obverse-reverse. (Illustration of coat of arms courtesy of Cadenas and Vicent, 1994).



Figura 8 (a-f). Escudos de armas. a-b) Arco 3, escudo 1, anverso-reverso; c-d) Arco 3, escudo 2 -centro-, anverso-reverso; e-f) Arco 3, escudo 3, anverso-reverso. Asimismo, a, f) Blasón de armas de la Corona de Aragón y dos Sicilias; c, e) Blasón con las barras de Aragón; b-d) Blasón del Reino de Valencia. **Figure 8 (a-f).** Coats of arms. a-b) Arch 3, shield 1, obverse-reverse; c-d) Arch 3, shield 2 -centre-, obverse-reverse; e-f) Arch 3, shield 3, obverse-reverse. Also, a, f) Coat of arms of the Crown of Aragon and Two Sicilies; c, e) Coat of arms with the bars of Aragon; b-d) Coat of arms of the Kingdom of Valencia.



Figura 9 (a-e). Vista general y de detalle de los elementos arquitectónicos de la panda este. a) Arcada 4, cimacio, capitel, fuste y basa, panda este; b) Arcada 6, panda este; c) Capitel de hoja de palmera y cimacio decorado con rosetas, arco 1, panda este; d) Capitel de hoja de lirio, arco 5, panda este; e) Alternancia de capiteles de hoja de lirio y hoja de palmera, galería claustral del convento franciscano de Mallorca (s. XIV) (Fotografía F. Español, 2009). **Figure 9 (a-e).** General and detail view of the architectural elements of the east side. a) Arcade 4, crest, capital, shaft and base, east wing; b) Arcade 6, east wing; c) Palm-leaf capital and crest decorated with rosettes, arch 1, east wing; d) Lily-leaf capital, arch 5, east wing; e) Alternation of lily-leaf and palm-leaf capitals, cloister gallery of the Franciscan convent of Mallorca (14th century) (Photograph by F. Español, 2009).



Figura 10 (a-b). Panda este del Claustro Mayor. a) Dibujo de Girault de Prangey en Le Moyen Age Monumental et Archéologique, hacia 1845, no aparecen los mascarones (Puig Nebot, 2018); b) Mascarones en el estado actual, 2024; el único mascaron que no lleva alcayata en la zona bucal es el correspondiente al Arco 5 que, casualmente, tampoco tenía tracería conforme al dibujo de Girault. Esto hace pensar que fueron instalados con la intención decorativa de sujetar algún tipo de sistema de iluminación con anterioridad a 1950; la tracería del Arco 5 es recuperada posteriormente por el coronel Urrutia y, por ende, no aparece el clavo porque no había nada que iluminar al faltar la tracería. **Figure 10 (a-b).** East wing of the Great Cloister. a) Drawing by Girault de Prangey in *Le Moyen Age Monumental et Archéologique*, around 1845, the masks do not have a clamp in the mouth is the one corresponding to Arch 5 which, coincidentally, also did not have tracery according to Girault's drawing. This suggests that they were installed with the decorative intention of attaching some kind of lighting system prior to 1950; the tracery of Arch 5 was later recovered by Colonel Urrutia and, therefore, the nail does not appear because there was nothing to illuminate as the tracery was missing.

CONCLUSIONES/ CONCLUSIONS

Este estudio explora los aspectos formales y compositivos de la panda este del Claustro Mayor del Antiguo Convento de Santo Domingo de Valencia reconocida por su tracería calada flamígera y la presencia de escudos heráldicos vinculados a las familias donantes que, en su conjunto, enriquecen esta parte del claustro. La investigación destaca los elementos originales que integran la estructura ornamental y evidencia el valor artístico en la continua adaptación social y cultural de su momento. El estudio revela cómo este lado este del claustro encarna una interacción compleja de la forma, de la estructura arquitectónica, de la composición y de la decoración en consonancia con el marco del mecenazgo religioso y cultural que caracterizó el periodo gótico. This study explores the formal and compositional aspects of the east wall of the main cloister of the Old Convent of Santo Domingo in Valencia, recognised for its flamboyant openwork tracery and the presence of heraldic coats of arms linked to the donor families which, as a whole, enrich this part of the cloister. The research highlights the original elements that make up the ornamental structure and evidences the artistic value in the continuous social and cultural adaptation of its time. The study reveals how this east side of the cloister embodies a complex interplay of form, architectural structure, composition and decoration in keeping with the framework of religious and cultural patronage that characterised the Gothic period.

AGRADECIMIENTOS/ACKNOWLEDGEMENTS

Los autores agradecen la confianza depositada por parte del Coronel Gobernador D. Juan Palau Tur y del Comandante D. José Sellés (Cuartel General Terrestre de Alta Disponibilidad de Valencia) y, especialmente a la Catédra Forum Unesco-UPV por su inestimable contribución en la protección del Patrimonio Valenciano. The authors would like to thank the Colonel Governor Juan Palau Tur and the Commander José Sellés (High Readiness Land Headquarters in Valencia) for their trust, and especially the Forum Unesco-UPV Cathedra for their invaluable contribution to the protection of Valencian Heritage.

ANÁLISIS PATRIMONIAL Y PATOLÓGICO DE LA SALA ANTONIO BALLESTER

HERITAGE AND PATHOLOGICAL ANALYSIS OF THE ANTONIO BALLESTER GALLERY

Luis Cortés Meseguer
Investigador en el Centro de Investigación de Tecnología de la Edificación y adscrito al Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Profesor Contratado Doctor, Doctor Arquitecto, Arquitecto Técnico. E-mail: luicorme@upv.es

Pablo Rodríguez Navarro
Investigador en PEGASO Centro de Investigación en Arquitectura, Patrimonio y Gestión Sostenible y adscrito al Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Profesor Titular de Universidad. Doctor. E-mail: rodriguez@upv.es

María Teresa Gil Piqueras
Investigadora en PEGASO Centro de Investigación en Arquitectura, Patrimonio y Gestión Sostenible y adscrita al Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Profesora Titular de Universidad, Doctora. E-mail: tgil@ega.upv.es

Andrea Ruggieri
Investigador en PEGASO Centro de Investigación en Arquitectura, Patrimonio y Gestión Sostenible; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: aruggie1@ega.upv.es

Abstract

This research is carried out within the scope of the contract between the Alzira City Council and the Universitat Politècnica de València to develop the intervention to adapt the premises of the MUMART Museum for the Antonio Ballester museum exhibition.

The building was built in 1935-1940 and belongs to the eclecticist movement. Currently, it is protected and preserves an important collection of hydraulic pavements. The two floors that were the subject of the intervention project were the headquarters of the Alzira Local Police and present a pathological picture based on inappropriate elements, carpentry in poor condition, broken and worn pavements. On the other hand, there are architectural barriers that must be eliminated to make museum use. The façade of the building is in poor condition, with cracks and missing parts and a certain risk of falling.

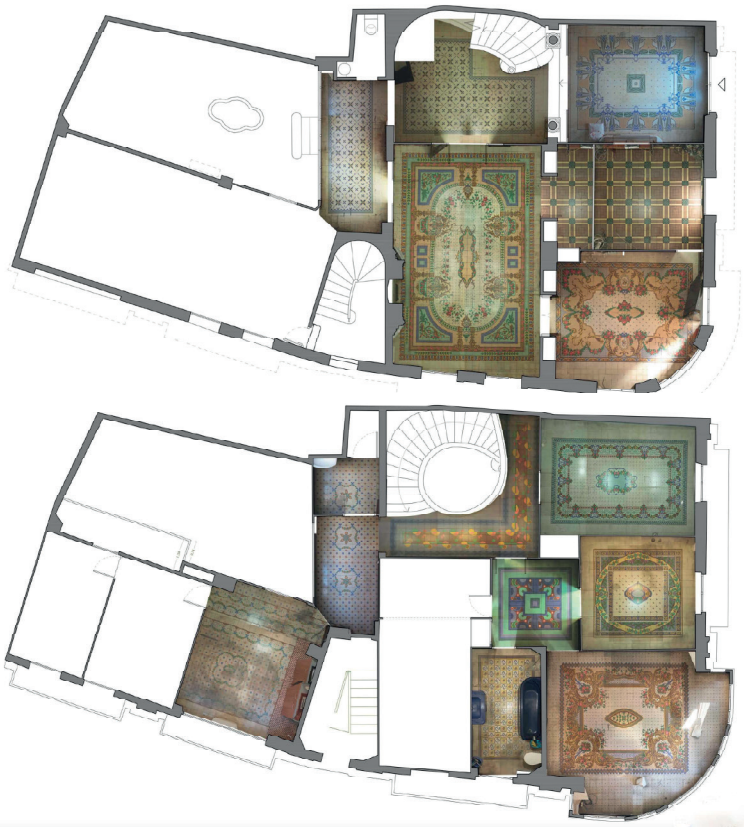
The purpose of the commission is the rehabilitation of this space for museum use and the elimination of the pathology mentioned above, the provision of new lighting, the restoration of pavements, the repair and/or replacement of the carpentry to improve energy efficiency and the provision of air conditioning. On the other hand, the staircase does not comply with current regulations, but it is understood that it is a heritage element of interest and will remain in its current state. For all this and given the high number of heritage elements existing in the building, it is necessary to establish a study methodology prior to its intervention, based mainly on the pavements

Keywords
Alzira, MUMART, surveying, pavement, eclecticism

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

ANÁLISIS PATRIMONIAL Y PATOLÓGICO DE LA SALA ANTONIO BALLESTER.
HERITAGE AND PATHOLOGICAL ANALYSIS OF THE ANTONIO BALLESTER GALLERY.

Luis Cortés Meseguer[1] Pablo Rodríguez Navarro[2] María Teresa Gil Piqueras[2] Andrea Ruggieri[2]
CITE / Polytechnic University of Valencia[1]
PEGASO Centro de investigación de la Arquitectura, el Patrimonio y la Gestión para el Desarrollo Sostenible / UPV[2]



INTRODUCCIÓN

Esta investigación se desarrolla en el ámbito del contrato entre el Ayuntamiento de Alzira y la Universitat Politècnica de València para desarrollar la intervención de adecuación de las dependencias del Museo MUMART para exposición museística Antonio Ballester.
El edificio fue construido en 1935-1940 y pertenece a la corriente ecleciticista. En la actualidad, está protegido y conserva una importante colección de pavimentos hidráulicos.



Imagen 1. Vistas de la fachada en la c/ Sant Roc.
Image 1. View of the façade of Sant Roc Street.

INTRODUCTION

This research is carried out within the scope of the contract between the Ayuntamietno de Alzira City and the Universitat Politècnica de València to develop the intervention to adapt the premises of the MUMART Museum for the Antonio Ballester museum exhibition. The building was built in 1935-1940 and belongs to the eclecticist movement. Currently, it is protected and preserves an important collection of hydraulic pavements..

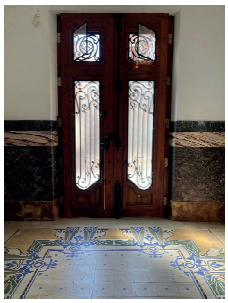
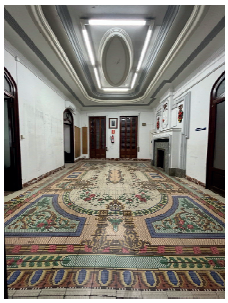
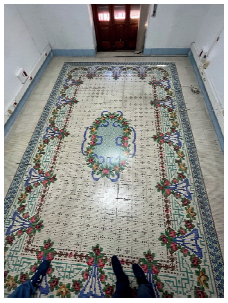
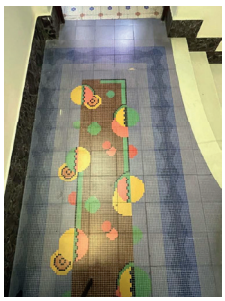
PATOLOGÍA

Las dos plantas objeto del proyecto de intervención fueron sede de la Policía Local de Alzira y presenta un cuadro patológico basado en elementos impropios, carpintería en mal estado, pavimentos rotos y desgastados. Por otro lado, existen barreras arquitectónicas que son necesarias eliminar para hacer el uso museístico. La fachada del edificio se encuentra en mal estado, existiendo grietas y faltantes y con cierto riesgo de desprendimientos.

PATHOLOGY

The two floors that were the subject of the intervention project were the headquarters of the Alzira Local Police and present a pathological picture based on inappropriate elements, carpentry in poor condition, broken and worn pavements. On the other hand, there are architectural barriers that must be eliminated to make museum use. The façade of the building is in poor condition, with cracks and missing parts and a certain risk of falling.

Imagen 2. Plantas de la sala museística con los pavimentos insertados con fotogrametría.
Image 2. Floor plans of the museum hall with the floors inserted with photogrammetry.


Imágenes 3-7. Fotografías del estado actual de los pavimentos. Tal y como se observa son pavimentos hidráulicos de bella factura, en estilo modernista, historicista y art decó.
Images 3-7. Pictures of the current state of the pavements. As can be seen, they are beautifully made hydraulic pavements, in modernist, historicist and art deco styles.

OBJETIVOS

El objeto del encargo es la rehabilitación de este espacio para uso museístico y se proyecta la eliminación de barreras arquitectónicas, la eliminación de elementos impropios, dotación de nueva iluminación, la restauración de pavimentos, y la reparación puntual de carpintería. La escalera no cumple la normativa actual, pero se entiende que es un elemento patrimonial de interés y se mantendrá en su estado actual.
Por todo ello y dado el elevado número de elementos patrimoniales, es necesario establecer una metodología de estudio previo a su intervención.

OBJECTIVES

The purpose of the commission is the rehabilitation of this space for museum use and the elimination of architectural barriers, the elimination of inappropriate elements, the provision of new lighting, the restoration of pavements, and the specific repair of carpentry are planned. The staircase does not comply with current regulations, but it is understood that it is a heritage element of interest and will remain in its current state.

For all this and given the high number of heritage elements, it is necessary to establish a study methodology prior to intervention.



Imagen 8. Levantamiento de las fachadas con escaner láser 3d (TLS).
Image 8. Surveying of the facades with 3D laser scanning (TLS).

OBRAS PROYECTADAS EN LA IGLESIA DE SAN JUAN APÓSTOL Y EVANGELISTA DE MASSAMAGRELL EN EL S. XX.
PROJECTED WORKS IN THE CHURCH OF SAINT JOHN THE APOSTLE AND EVANGELIST OF MASSAMAGRELL IN THE 20TH CENTURY.

Valentina Ciaffoni
Researcher Sapienza University of Rome
Jorge García Valldecabres
Investigador del Centro de Investigación Arquitectura, Patrimonio y Gestión del Desarrollo Sostenible PEGASO; Universitat Politècnica de València, España. Profesor Titular de Universidad.
Researcher at the PEGASO Research Centre for Architecture, Heritage, and Sustainable Development Management; Universitat Politècnica de València, Spain. Professor Associate Professor. E-mail: jgvallde@ega.upv.es
Luis Cortés Meseguer
Investigador en el Dpto. Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València, Spain. Professor Associate Professor. E-mail:
Researcher in the Dept.Architectural Constructions; University of Alicant Associate Professor, E-mail: antonio.galiano@ua.es
María Concepción López González
Investigador del Centro de Investigación Arquitectura, Patrimonio y Gestión del Desarrollo Sostenible PEGASO; Universitat Politècnica de València, España. Profesor Titular de Universidad.
Researcher at the PEGASO Research Centre for Architecture, Heritage, and Sustainable Development Management; Universitat Politècnica de València, Spain. Professor Associate Professor. E-mail: jgvallde@ega.upv.es

Abstract

The theoretical framework of heritage conservation provides a guide to understanding current practices and doctrines in this field, which is relevant for comprehending interventions carried out in emblematic places like the Church of San Juan Apóstol and Evangelista in Massamagrell. In 1859, architect Matías Laviña was commissioned to carry out the first conservation and rehabilitation work in said cathedral. The next intervent was led by architect José Luis Gisbert during the second half of the 19th century.

The evaluation revealed numerous cavities and deterioration in the façades, which justified the intervention in the plaster and the exposed stone walls. These actions and projects have allowed the conservation and comprehensive protection of the historical heritage, following the criteria and procedures established by the Territorial Services of Culture of the Generalitat.

The actions carried out are in line with the theory and practice of heritage recovery, as well as the sensitivity of the regional authorities in declaring numerous buildings as Assets of Local Relevance. In addition, the importance of municipal inventories as instruments for preserving local cultural values is highlighted.

Keywords
Heritage, conservation, intervention, history

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

OBRAS PROYECTADAS EN LA IGLESIA DE SAN JUAN APÓSTOL Y EVANGELISTA DE MASSAMAGRELL EN EL S. XX.

PROJECTED WORKS IN THE CHURCH OF SAINT JOHN THE APOSTLE AND EVANGELIST OF MASSAMAGRELL IN THE 20TH CENTURY

Valentina Ciaffoni — Sapienza University of Rome
Jorge García Valldecabres, Luis Cortés Meseguer, María Concepción López González — Centro de investigación de la Arquitectura, el Patrimonio y la Gestión para el Desarrollo Sostenible (PEGASO)/ Universitat Politécnica de València

INTRODUCCIÓN

El marco teórico de la conservación del patrimonio histórico proporciona una guía para entender las prácticas y doctrinas actuales en este campo, lo cual es relevante para comprender las intervenciones realizadas en lugares emblemáticos como la iglesia de San Juan Apóstol y Evangelista de Massamagrell. En 1859 el arquitecto Matías Laviña recibió el encargo para llevar a cabo el primero trabajo de conservación y rehabilitación en dicha catedral. El intervención siguiente fue llevado a cabo por el arquitecto José Luis Gisbert en la segunda mitad del siglo XIX.

INTRODUCTION

The theoretical framework of heritage conservation provides a guide to understanding current practices and doctrines in this field, which is relevant for comprehending interventions carried out in emblematic places like the Church of San Juan Apóstol and Evangelista in Massamagrell. In 1859, architect Matías Laviña was commissioned to carry out the first conservation and rehabilitation work in said cathedral. The next intervent was led by architect José Luis Gisbert during the second half of the 19th century.



2. Fotografía de la iglesia, con el remate del campanario, Ca. 1920 (Jorge García-Valldecabres, Vicent F. Zuriaga Senent 2023)
2. Photograph of the church, with the completion of the bell tower, Ca. 1920

RELACIÓN DE ACTUACIONES Y PROYECTOS EN TORNO AL TEMPLO Y LAS PLAZAS DE LA CONSTITUCIÓN, EL CAMPANARIO Y DE JESÚS

Desde la década de los ochenta se han llevado a cabo múltiples acciones, promovidas por la Oficina Técnica Municipal. Tuvieron como objetivo principal proteger este entorno, considerado un monumento protegido según el inventario del Plan General de Ordenación Urbana de 1982. Entre estas acciones se destacan la remodelación y ampliación del edificio del ayuntamiento en 1985, a cargo del arquitecto José Luis Gisbert Blanquer, así como la protección intensificada sobre la iglesia en 1989. Además, el párroco, D. Juan Celda, impulsó la restauración de las fachadas y la finalización del campanario en 1990, realizadas por los arquitectos José Luis Gisbert, Juan Otegui y Francisco Noguera. Las intervenciones municipales se documentaban mediante una Memoria Valorada, y en este caso se trató de un proyecto completo que incluyó todos los documentos necesarios.

Por primera vez, se dibujó gráficamente la totalidad del exterior de la iglesia y sus dependencias. El proyecto incluyó la restauración y consolidación de las fachadas exteriores de la iglesia, el remate del campanario y la reposición de tejas en la cúpula, con un presupuesto total de 23.225.764,00 pts. La restauración se realizó siguiendo los postulados de restauradores como Viollet-le-Duc, Laviña y Lampérez, buscando recuperar el estilo original de la iglesia.

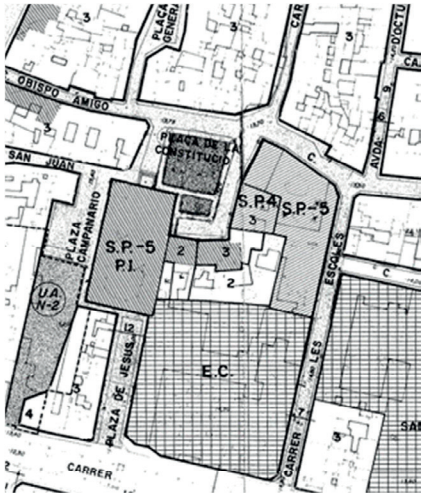
RELATIONSHIP OF ACTIONS AND PROJECTS AROUND THE TEMPLE AND THE SQUARES OF THE CONSTITUTION, THE BELL TOWER, AND JESUS

Since the 1980s, multiple actions have been carried out, promoted by the Municipal Technical Office. Their main objective was to protect this environment, considered a protected monument according to the inventory of the General Urban Planning Plan of 1982. Among these actions, the remodeling and expansion of the town hall building in 1985 stand out, carried out by the architect José Luis Gisbert Blanquer, as well as the intensified protection of the church in 1989. In addition, the parish priest, D. Juan Celda, promoted the restoration of the facades and the completion of the bell tower in 1990, carried out by architects José Luis Gisbert, Juan Otegui, and Francisco Noguera. Municipal interventions were documented through a Valued Memory, and in this case, it was a complete project that included all necessary documents.

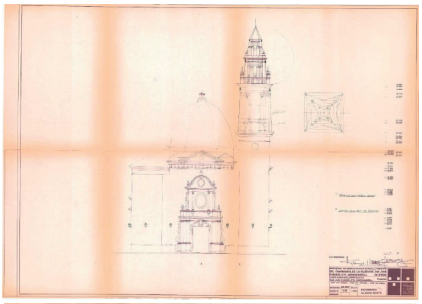
For the first time, the entire exterior of the church and its dependencies were graphically drawn. The project included the restoration and consolidation of the external facades of the church, the completion of the bell tower, and the replacement of tiles on the dome, with a total budget of 23,225,764.00 pts. The restoration was carried out following the postulates of restorers such as Viollet-le-Duc, Laviña, and Lampérez, seeking to recover the original style of the church.

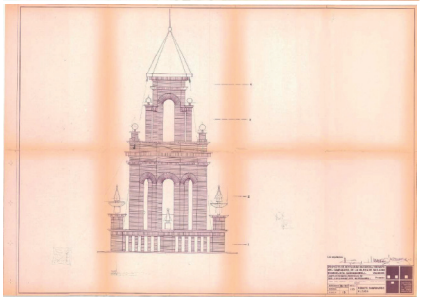


1. Fotografía aérea de la fachada oeste año 2020 con el campanario (Jorge García-Valldecabres, Vicent F. Zuriaga Senent 2023)
1. Aerial photograph of the west facade in the year 2020 with the bell tower



3. Plano documento de la Revisión y Adaptación del Plan General de Ordenación Urbana aprobado el 30 de octubre de 1991 adaptado a la protección del patrimonio arquitectónico (Jorge García-Valldecabres, Vicent F. Zuriaga Senent 2023)
3. Plan document of the Review and Adaptation of the General Urban Planning Plan approved on October 30, 1991, adapted to the protection of architectural heritage





7. Plano proyecto de fachada y plano de detalle del remate del campanario, proyecto de Gisbert, Otegui y Noguera, 1990 (Jorge García-Valldecabres, Vicent F. Zuriaga Senent 2023)
7. Drawing of the facade project and detailed plan of the bell tower completion, Gisbert, Otegui, and Noguera project, 1990.

EL MARCO HISTORIOGRÁFICO

En el primer cuarto del siglo XX, Vicente Lampérez Romea impulsó la restauración siguiendo las teorías violletianas, buscando devolver la vida al monumento.

Durante la Guerra Civil española, en Massamagrell se decretó la pena de muerte para quienes poseyeran imágenes religiosas, y la iglesia fue utilizada como mercado, almacén y taller militar. Tras la guerra, se formó la Junta Parroquial para la restauración del templo, y se llevaron a cabo importantes trabajos de reconstrucción con la colaboración de la comunidad.

En los años cuarenta del siglo XX, se reconstruyeron diversas partes de la iglesia, y en la segunda mitad del siglo se realizaron proyectos adicionales alrededor de la misma, incluyendo la construcción de un Teatro-Cine y edificios escolares en la plaza de Jesús.

THE HISTORIOGRAPHICAL FRAMEWORK

In the first quarter of the 20th century, Vicente Lampérez Romea promoted restoration following Viollet-le-Duc's theories, aiming to breathe new life into the monument.

During the Spanish Civil War, in Massamagrell, the death penalty was decreed for those who possessed religious images, and the church was used as a market, warehouse, and military workshop. After the war, the Parish Board for the restoration of the temple was formed, and significant reconstruction work was carried out with the collaboration of the community.

In the 1940s, various parts of the church were reconstructed, and in the second half of the century, additional projects were undertaken around it, including the construction of a Theater-Cinema and school buildings in the plaza de Jesús.



4. Comparación entre la imagen de la fachada antes y después de las obras de restauración (Jorge García-Valldecabres, Vicent F. Zuriaga Senent 2023)
4. Comparison between the image of the facade before and after the restoration works

CONCLUSIONES

Las entrevistas realizadas con el arquitecto José Luis Gisbert Blanquer, coautor del proyecto, abordaron los estudios previos, la elaboración del proyecto y las dificultades encontradas. La evaluación reveló numerosas oquedades y deterioros en las fachadas, lo que justificó la intervención en el enfoscado y los muros de piedra vista. Estas acciones y proyectos han permitido la conservación y protección integral del patrimonio histórico, siguiendo los criterios y procedimientos establecidos por los Servicios Territoriales de Cultura de la Generalitat.

Las acciones realizadas están en consonancia con la teoría y práctica de la recuperación del patrimonio, así como la sensibilidad de las autoridades regionales al declarar numerosos edificios como Bienes de Relevancia Local. Además, se resalta la importancia de los inventarios municipales como instrumentos para preservar los valores culturales locales.

CONCLUSIONS

The interviews conducted with architect José Luis Gisbert Blanquer, co-author of the project, addressed the preliminary studies, project development, and encountered difficulties. The assessment revealed numerous cavities and deteriorations in the facades, justifying intervention in the plasterwork and stone walls. These actions and projects have enabled the comprehensive conservation and protection of the historical heritage, following the criteria and procedures established by the Territorial Services of Culture of the Generalitat.

The actions taken are in line with the theory and practice of heritage recovery, as well as the sensitivity of regional authorities in declaring numerous buildings as Assets of Local Relevance. Additionally, the importance of municipal inventories as instruments for preserving local cultural values is highlighted.

RESTAURACIÓN DE LA CÚPULA DE LA IGLESIA DE SAN JUAN APÓSTOL Y EVANGELISTA DE MASSAMAGRELL
REHABILITATION ON THE DOME OF THE CHURCH OF SAN JUAN APÓSTOL AND EVANGELISTA IN MASSAMAGRELL

Valentina Ciaffoni
Researcher Sapienza University of Rome
Jorge García Valldecabres
Researcher at the PEGASO Research Centre for Architecture, Heritage, and Sustainable Development Management; Universitat Politècnica de València, Spain. Professor Associate Professor. E-mail: jgvallde@ega.upv.es
Luis Cortés Meseguer
Researcher in CITE, Architectural Constructions Dept.; Universitat Politècnica de València, España. Associate Professor, E-mail: luicorme@upv.es
María Concepción López González
Researcher at the PEGASO Research Centre for Architecture, Heritage, and Sustainable Development Management; Universitat Politècnica de València, Spain. Professor Associate Professor. E-mail: mlopezg@ega.upv.es

Abstract

The church of San Juan apóstol y evangelista and its dependencies have a surface area of 1,557 m2 and date back to the 18th century, being considered a Local Heritage Site. The current dome was built in 1950 by the master builder Manuel Lledó Garces. It is characterized by blue tiles and is a distinctive element in the Valencian urban profile, being a symbol of regional architecture.

On Thursday, October 8, 2020, after 8:00 p.m., a loud noise occurred due to the sliding of the roof tiles from one of the eight slopes of the church dome. Days later, on Thursday, October 21, another part of the southern sector detached (Fig. 1). The Technical Services of the City Council acted promptly, opening an emergency file to ensure the stability of the dome and prevent risks of falling material.

The parish priest requested the coordination of a technical team, led by Professor Jorge García Valldecabres from the Universitat Politècnica de València. A multidisciplinary team was formed, including archaeologists, restorers, architects, and a local chronicler.

Keywords
Heritage, conservation, preventive maintenance, Dome

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

RESTAURACIÓN DE LA CÚPULA DE LA IGLESIA DE SAN JUAN APÓSTOL Y EVANGELISTA DE MASSAMAGRELL

REHABILITATION OF THE DOME OF THE CHURCH OF SAN JUAN APÓSTOL AND EVANGELISTA IN MASSAMAGRELL

Valentina Ciaffoni — Sapienza University of Rome
Jorge García Valldecabres, Luis Cortés Meseguer, María Concepción López González — Centro de investigación de la Arquitectura, el Patrimonio y la Gestión para el Desarrollo Sostenible (PEGASO)/ Universitat Politécnica de València

CÚPULA ANTES DE RESTAURACIÓN (octubre de 2020)
Dome before restoration (october 2020)



1. Fotografía detalle del derrumbe de las tejas del sector sur. Foto tomada mediante dron el día 19/10/20 (Luis Cortés Meseguer, José Pardo Conejero 2023) 1. Detail photograph of the collapse of the tiles in the southern sector. Photo taken by drone on 10/19/20

INTRODUCCIÓN

La iglesia de San Juan apóstol y evangelista y sus dependencias datan del siglo XVIII, siendo consideradas Bien de Relevancia Local. La Cúpula se construyó en el año 1950 por el maestro de obras D. Manuel Lledó Garces. Se caracteriza por tejas azules es un elemento distintivo en el perfil urbano valenciano, siendo un símbolo de la arquitectura regional.

El jueves 8 de octubre de 2020, después de las 20:00 horas, se produjo un estruendo debido al deslizamiento de las tejas de cubrición de uno de los ocho faldones de la cúpula de la iglesia. Días más tarde, el jueves 21 de octubre, otra parte del sector sur se desprendió (Fig. 1).

Los Servicios Técnicos del Ayuntamiento actuaron con rapidez, abriendo un expediente de emergencia para asegurar la estabilidad de la cúpula y prevenir riesgos de caída de material (Fig.2). El cura párroco solicitó la coordinación de un equipo técnico, liderado por el profesor de la Universitat Politècnica de València, Jorge García Valldecabres. Se formó un equipo multidisciplinar que incluía arqueólogos, restauradores, arquitectos y un cronista local.

Su objetivo era definir los procesos para restaurar la estabilidad de la cúpula y preservar el monumento.

INTRODUCTION

The church of San Juan apóstol y evangelista and its dependencies have a surface area of 1,557 m2 and date back to the 18th century, being considered a Local Heritage Site. The dome was built in 1950 by the master builder Mr. Manuel Lledó Garces. It is characterized by blue tiles and is a distinctive element in the Valencian urban profile, being a symbol of regional architecture.

On Thursday, October 8, 2020, after 8:00 p.m., a loud noise occurred due to the sliding of the roof tiles from one of the eight slopes of the church dome. Days later, on Thursday, October 21, another part of the southern sector detached (Fig. 1). The Technical Services of the City Council acted promptly, opening an emergency file to ensure the stability of the dome and prevent risks of falling material (Fig.2).

The parish priest requested the coordination of a technical team, led by Professor Jorge García Valldecabres from the Universitat Politècnica de València. A multidisciplinary team was formed, including archaeologists, restorers, architects, and a local chronicler.

Their objective was to define the processes to restore the stability of the dome and preserve the monument.

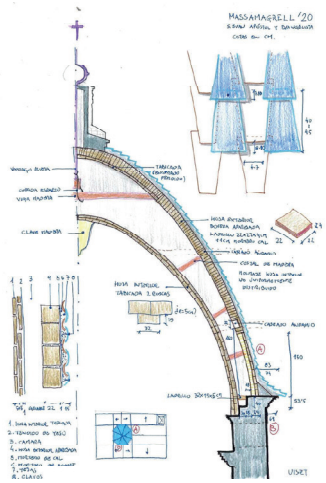


2. Actuación de los bomberos (Luis Cortés Meseguer, José Pardo Conejero 2023) 2. Firefighters' intervention

LAS OBRAS DE RESTAURACIÓN (febrero de 2021)
The restoration works (february 2021)



3. Vista en perspectiva de las obras. Febrero de 2021 (Luis Cortés Meseguer, José Pardo Conejero 2023) 3. Perspective view of the works. February 2021.



4. Croquis de la sección constructiva de la cúpula (Luis Cortés 2021) 4. Sketch of the construction section of the dome

EL PROYECTO (FIG. 3-4)

Se determinó que los dos sectores inmediatos al que ya había colapsado estaban separados de la fábrica, y su cobertura no presentaba ningún elemento de sujeción al soporte. Además, al colapsar una parte del tejado, las zonas colaterales presentaban grietas en las tejas que marcaban la dirección de un posible futuro colapso hacia el sector caído. La intervención propuesta contempló la reparación de la cobertura con teja vidriada azul en cobijas y teja curva sin vidriar en ríos, así como la consolidación de las cornisas.

Se procedió al desmontaje de las tejas, su almacenamiento y limpieza, incluso de aquellas tejas que, aunque estaban deterioradas, podrían servir para recortes y encuentros. Lamentablemente, el uso de clavos de hierro convencionales en la reforma de 1950 causó la fractura de la mayoría de las tejas, ya que la oxidación de estos elementos y su aumento de volumen las habían dañado. El desmontaje de la teja se efectuó en la totalidad de la cúpula a la vez para evitar arrastrar los defectos de replanteo e inexactitudes que se derivan de las sucesivas reparaciones. El pronóstico de abundantes lluvias aconsejó proteger provisionalmente la cúpula, aplicando dos manos de resina vinílica en base acuosa.

Se descubrió una capa de gravilla entre el mortero original y el añadido en los años 1950, la cual facilitó el derrumbe de las tejas y fue retirada. En su lugar, se dispuso una capa de hormigón con cal hidráulica y se rehicieron las partes voladas perdidas de la cornisa. Posteriormente, se extendió una capa de mortero de cal con malla de fibra y se replantearon los ríos de la cúpula desde el centro.La colocación de las tejas se realizó con mortero bastardo de cal y cemento, permitiendo absorber las tensiones provocadas por la inercia térmica de la cerámica. Las tejas de las zonas verticales se anclaron con clavos resistentes de acero inoxidable con vainas de polipropileno de alta resistencia para no provocar tensiones internas en la punta.

El replanteo y la ejecución se comenzaron desde el meridiano central de uno de los faldones, trazando líneas paralelas como guías para el resto de las canalizaciones. Posteriormente, se procedió al replanteo de los paralelos, teniendo en cuenta el efecto "pelota" para corregir los defectos de ejecución de las hojas de los faldones.

CÚPULA DESPUES DE RESTAURACIÓN (april de 2021)
Dome after restoration (april 2021)



5. Reelaboración de la vista cenital de la cúpula el 19/10/2020(Luis Cortés Meseguer, José Pardo Conejero 2023 – Valentina Ciaffoni 2023) 3. Re-elaboration of the zenithal view of the dome on 10/19/2020

THE PROJECT

It was determined that the two immediate sectors adjacent to the collapsed one were detached from the main structure, and their covering lacked any anchoring elements to the support. Additionally, as part of the roof collapsed, the surrounding areas showed cracks in the tiles indicating a potential future collapse towards the fallen sector. The proposed intervention included repairing the covering using glazed blue tiles on the eaves and unglazed curved tiles on the valleys, as well as consolidating the cornices.

The tiles were dismantled, stored, and cleaned, even those that were deteriorated but could still be used for patches and junctions. Unfortunately, the use of conventional iron nails during the 1950 reform caused the fracture of most tiles, due to the oxidation of these elements and their subsequent expansion. The tile dismantling was carried out simultaneously across the entire dome to avoid dragging the inaccuracies from successive repairs. The forecast of heavy rains advised temporarily protecting the dome by applying two coats of water-based vinyl resin.

A layer of gravel was found between the original mortar and the one added in the 1950s, which facilitated the collapse of the tiles and was subsequently removed. In its place, a layer of concrete with hydraulic lime was placed, and the missing parts of the cornice were rebuilt. Subsequently, a layer of lime mortar with fiber mesh was applied, and the valleys of the dome were replanned from the center. The tile placement was done with a bastard mortar of lime and cement, allowing it to absorb the tensions caused by the thermal inertia of the ceramic. The vertical tiles were anchored with stainless steel nails with high-resistance polypropylene sheaths to avoid internal tensions at the tip.

The layout and execution began from the central meridian of one of the slopes, tracing parallel lines as guides for the rest of the channels. Subsequently, the layout of the parallels was carried out to correct the execution defects of the slope sheets.



6. Vista final de la intervención desde la plaza de Jesús. Abril de 2021(Luis Cortés Meseguer, José Pardo Conejero 2023) 6. Final view of the intervention from Plaza de Jesús. April 2021.

CONCLUSIÓN (FIG.5)

Durante la ejecución de la consolidación se llevó a cabo un proceso exhaustivo de catalogación y documentación de la cúpula. A través de fotografías y notas detalladas se comprendió la consistencia material y la tecnología de construcción de la fábrica de la cúpula. La intervención de restauración, completada el 11 de mayo de 2021(Fig.6), fue una oportunidad para asegurar la cúpula y profundizar en el conocimiento del patrimonio arquitectónico a preservar.

CONCLUSION (Fig. 5)

During the consolidation process, a thorough cataloging and documentation of the dome was carried out. Through photographs and detailed notes, the material consistency and construction technology of the dome's structure were understood. The restoration intervention, completed on May 11, 2021 (Fig. 6), provided an opportunity to secure the dome and deepen the understanding of the architectural heritage to be preserved.

VIABILIDAD DE LAS FACHADAS INDUSTRIALIZADAS EN LA REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS

FEASIBILITY OF INDUSTRIALIZED FACADES IN BUILDING REHABILITATION

Milagro Iborra Lucas
Investigador en el Dpto. Construcciones Arquitectónicas-CITE; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. PDI de Universidad, Ingeniero de Materiales, Ingeniero de Edificación, Arquitecto técnico, Doctor en Arquitectura, Edificación, Urbanística y Paisaje por la UPV. E-mail: miborra1@upvnet.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions-CITE; Universitat Politècnica de València, Lecturer, Materials Engineer, Building Engineer, PhD Architecture, Building, Urban Planning and Landscape by the UPV. E-mail:

John Jairo Zambrano Alcivar
Ingeniero Civil por la PUCE, Máster Universitario en Edificación en la Especialidad de Gestión de la edificación por la UPV. E-mail: jjzamalc@edificacion.upv.es
Civil Engineering by the PUCE, Master's Degree in Building Constructions with the Specialization in Building Management by the UPV. E-mail: jjzamalc@edificacion.upv.es

Abstract

The building stock is currently one of the main contributors to environmental impact due to its high resource consumption and massive waste generation. In Spain, a significant percentage of buildings urgently require interventions as they have exceeded their minimum useful life. These actions are essential to prolong their functionality and performance while aligning them with Sustainable Development Goals.

This research focuses on conducting a technical feasibility study, considering the various industrialized modular facade systems available in the sector. It emphasizes their compatibility and structural behavior under the influence of additional loads, targeting obsolete buildings that require energy upgrades due to having been constructed under outdated technical requirements.

In summary, the aim is to evaluate, compare, and verify the feasibility of industrialized facades. This involves issuing critical assessments supported by a technical foundation to compare these systems against one another, adapting the concept of industrialization to energy rehabilitation.

Keywords

Residential Buildings, Energy Rehabilitation, Industrialized Facades, Modular Systems, Energy Efficiency, Technical Feasibility, Industrialization.

XXXVIII SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 25
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO 25

VIABILIDAD DE LAS FACHADAS INDUSTRIALIZADAS EN LA REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS

FEASIBILITY OF INDUSTRIALIZED FACADES IN BUILDING REHABILITATION

M. Iborra-Lucas[1,2,3], John J. Zambrano-Alcivar[2,3]
Dpto. Construcciones Arquitectónicas[1]; Universitat Politècnica de València[2]; ETS. Ingeniería de Edificación[3]

INTRODUCCIÓN

El parque edificatorio es uno de los principales responsables del impacto ambiental, debido a su elevado consumo de recursos y generación masiva de residuos. En España, un gran porcentaje de edificaciones requieren intervenciones urgentes, ya que han superado su vida útil mínima. Estas acciones son necesarias para prolongar su funcionalidad y rendimiento, además de alinearlas con los objetivos de Desarrollo Sostenible y las nuevas directrices normativas europeas y nacionales [1,2]. Este trabajo de investigación está orientado a realizar un estudio de viabilidad técnica, considerando los distintos sistemas modulares de fachadas industrializadas existentes en el sector [3], centrándonos en su compatibilidad y comportamiento estructural por la repercusión de las cargas adicionales, tomando en cuenta que cuyo enfoque son edificaciones obsoletas y por lo que requiere un mejoramiento energético, ya que están construidos con requerimiento técnicos distintos a los actuales. En resumen, de las fachadas industrializadas lo que se quiere es llevar a cabo una evaluación, comparación y verificación en cuanto a su viabilidad técnica, adaptando el concepto de industrialización a la rehabilitación energética.

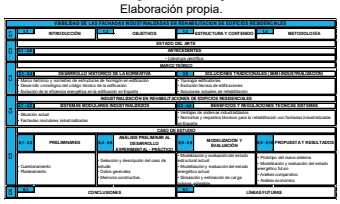
INTRODUCTION

The building stock is currently one of the main contributors to environmental impact due to its high resource consumption and massive waste generation. In Spain, a significant percentage of buildings urgently require interventions as they have exceeded their minimum useful life. These actions are essential to prolong their functionality and performance while aligning them with Sustainable Development Goals and new European and National rules. This research aims to conduct a feasibility study, considering the various modular industrial façade systems existing in the sector, focusing on their compatibility and structural behavior due to the impact of additional loads. The study is particularly relevant for outdated buildings that require energy improvements, as they were constructed with technical requirements different from current standards. In summary, the goal is to assess, compare, and verify the technical feasibility of industrialized facades, adapting the concept of industrialization to energy rehabilitation.

METODOLOGÍA

El estudio busca evaluar la compatibilidad técnica y estructural de estos sistemas, enfocándose en la carga adicional en estructuras existentes, y validar su aplicación en rehabilitaciones a gran escala, cumpliendo con estándares de sostenibilidad y normativas energéticas. La metodología aplicada se representa y se desarrolla de manera alineada con la estructura general de la investigación, Tabla 1:

Tabla 1. Metodología de la investigación. Fuente: Elaboración propia.



Ante la falta de un sistema industrializado que se ajuste a las necesidades actuales de la rehabilitación de edificaciones existentes, surge la necesidad de evaluar la sustitución frente a la incorporación de un sistema industrializado sobre ella. Este análisis debe establecer criterios clave que guíen el proceso de decisión y permitan seleccionar la opción más conveniente y eficiente, Tabla 2.

Tabla 2. Pros-Contras de mantener/eliminar una fachada existente en la edificación. Fuente: Elaboración propia.

FACHADA EXISTENTE			
MANTENER		ELIMINAR	
PROS	Ahorro en costes de demolición y gestión de residuos.	PROS	Libertad de personalizar y aplicar de un sistema modular.
	Reducción en los tiempos de intervención en la obra.		Conservación en la seguridad y estabilidad estructural del edificio.
	Supera las limitaciones energéticas iniciales.		Cumplir con los estándares actuales de eficiencia energética.
	Disminuye los tiempos por invasión interna.		. Menor mantenimiento a futuro.
MANTENER		ELIMINAR	
CONTRAS	Necesidad de refuerzos estructurales (según del caso).	CONTRAS	Generación de residuos.
	Limitación en la personalización.		Implica mayores tiempos de intervención.
	Invasión da arpacio público por una ampliación		Posible daños derivados de la demolición.
	Alteración de las características arquitectónicas originales del edificios.		Costes más altos en términos de mano de obra, tiempo y gestión de residuos.

Para abordar este problema, además se desarrolló un diagrama de flujo, Figura 1, con el fin de ayudar a facilitar la toma de decisiones en la rehabilitación de un edificio.

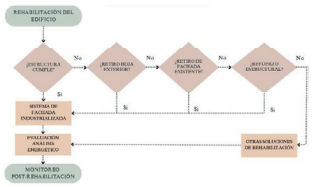


Figura 1. Diagrama de flujo de proceso para la rehabilitación del edificio. Fuente: Elaboración propia.

El proyecto en estudio corresponde a un edificio de uso mixto, con áreas residenciales y comerciales, ubicado en un entorno urbano consolidado y construido en la segunda mitad del siglo XX. El análisis estructural y energético se enfocó en las áreas de la fachada donde se proyecta instalar un sistema modular industrializado. Se evaluó la capacidad estructural mediante combinaciones de cargas hasta identificar el punto de fallo, lo que permitió determinar la carga máxima admisible de 1 kN/m (101,94 kg/m), equivalente a 34 kg/m² para una altura de 3 metros, garantizando la viabilidad estructural del sistema modular, Tabla 3.

Tabla 3. Resultados de simulación de cargas lineales. Fuente: Elaboración propia

SIMULACIÓN DE CARGAS						
CARGA [kN/m]	DEFORMACIÓN [mm]	FLECHA ACTIVA	ZONA	AFECTACIÓN	RESULTADO	ACTUACIÓN
2,50	0,371	L/434	Viga 83 (P1 - voladizo)	Planta 1 a Planta 5	No cumple flecha activa viga.	Añadir refuerzos que reduzcan la deformación. Aumentar espesor, ampliando la sección
	0,294	L/473	Viga 96 - voladizo	Planta 1 a Planta 5	No cumple flecha activa viga.	
2,10	0,357	L/432	Viga 83 (P1 - voladizo)	Planta 1 a Planta 5	No cumple flecha activa viga.	
	0,312	L/446	Viga 96 - voladizo	Planta 1 a Planta 5	No cumple flecha activa viga.	
1,80	0,344	L/448	Viga 83 (P1 - voladizo)	Planta 1 a Planta 5	No cumple flecha activa viga.	
	0,297	L/469	Viga 96 - voladizo	Planta 1 a Planta 5	No cumple flecha activa viga.	
1,50	0,330	L/467	Viga 83 (P1 - voladizo)	Planta 1 a Planta 5	No cumple flecha activa viga.	
	0,286	L/487	Viga 96 - voladizo	Planta 1 a Planta 5	No cumple flecha activa viga.	
1,30	0,321	L/480	Viga 83 (P1 - voladizo)	Planta 1 a Planta 5	No cumple flecha activa viga.	
1,15	0,314	L/491	Viga 83 (P1 - voladizo)	Planta 1 a Planta 5	No cumple flecha activa viga.	
1,05	0,300	L/499	Viga 83 (P1 - voladizo)	Planta 1 a Planta 5	No cumple flecha activa viga.	
1,00	0,307	L/502	-	-	-	-

RESULTADOS

En el caso de estudio seleccionado, se desarrolló un análisis basado en los principios de diseño de sistemas industrializados, con el objetivo de identificar posibles soluciones que cumplan con los requisitos de peso establecidos.

Se dio prioridad a que estas opciones no excedieran los límites definidos en el análisis estructural, garantizando así la viabilidad y seguridad del sistema propuesto. Las soluciones identificadas se detallan en la Tabla 4.

Tabla 4. Prototipos de diseños. Fuente: Elaboración propia.

SISTEMAS MODULARES INDUSTRIALIZADOS	INICIAL	PROTOTIPOS		
	0	1	2	3
	Modelo Base	Sist. Fachada Panel Sándwich	Sist. Fachada Ventilada	Sist. Fachada SATE
Ancho (m)	0,185	0,143	0,144	0,20
Peso (kg/m²)	45,00	33,03	32,03	30,65

Finalmente, se evaluaron los diferentes sistemas propuestos para integrarlos a la envolvente existente del edificio, cuyos valores de transmitancia térmica cumplen con los límites establecidos por la normativa vigente (DB-HE). Los resultados reflejan una mejora significativa en la eficiencia energética al comparar los prototipos de intervención con el sistema tradicional inicial. En términos de emisiones y consumo de energía primaria, todos los prototipos lograron una reducción superior al 30%. La demanda de calefacción, alcanzó una reducción notable, de más del 60%.

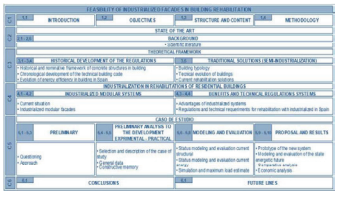
CONCLUSIONES

- Los prototipos evaluados podrían optimizarse con un rediseño y el uso de tecnologías activas para reducir aún más el consumo energético primario y mejorar su recalificación energética.
- Los edificios requieren de un estudio previo estructural para verificar la compatibilidad con los sistemas industrializados, debido a la variabilidad que presentan las edificaciones antiguas.
- Estas propuestas no solo contribuyen a la eficiencia energética y la sostenibilidad, sino que también agregan valor a un bien inmueble, alineándose al mismo tiempo con las metas ambientales de la Unión Europea.
- Los sistemas industrializados facilitan la trabajabilidad, minimizan impactos sobre los ocupantes y reduce los tiempos de ejecución.

METHODOLOGY

The study aims to evaluate the technical and structural compatibility of these systems, focusing on the additional load on existing structures, and validate their application in large-scale rehabilitation, complying with sustainability standards and energy regulations. The methodology applied is represented and developed in alignment with the general structure of the research, Table 1:

Table 1. Research Methodology. Source: Own elaboration.



Due to the lack of an industrialized system that fully meets the current needs of existing building rehabilitation, there is a need to evaluate whether it is more appropriate to replace the current facade or incorporate an industrialized system onto it. This analysis must establish key criteria to guide the decision-making process and select the most suitable and efficient option (see table 2).

Table 2. Pros-Cons of maintaining/eliminating an existing facade on the building. Source: Own elaboration.

EXISTING FAÇADE			
MAINTAIN		ELIMINATE	
PROS	Savings in demolition and waste management costs.	PROS	Freedom to customize and apply a modular system.
	Reduction in intervention times in the work.		Conservation in the safety and structural stability of the building.
	Overcomes the initial energy limitations		Comply with current energy efficiency standards.
	Reduces the risks of internal invasion.		. Less maintenance in the future.
MAINTAIN		ELIMINATE	
CONS	Need for structural reinforcements (as appropriate).	CONS	Generation of waste.
	Limitation in customization.		It implies longer intervention times.
	Invasion of public space for an expansion.		Possible damages arising from demolition.
	Alteration of the original architectural characteristics of the buildings.		Higher costs in terms of labor, time and waste management.

To address this issue, a flowchart (Figure 1) was also developed to help facilitate the decision-making process in building rehabilitation.

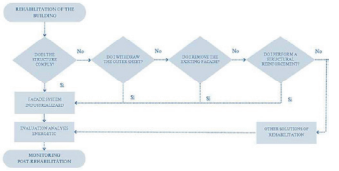


Figure 1. Process Flowchart for Building Rehabilitation. Source: Own elaboration.

The project under study is a mixed-use building, with residential and commercial areas, located in a consolidated urban environment and built in the second half of the 20th century. The structural and energy analysis focused on the areas of the facade where a modular industrial system is planned to be installed. The structural capacity was evaluated through combinations of loads until the failure point was identified, which allowed determining the maximum admissible load of 1 kN/m (101.94 kg/m), equivalent to 34 kg/m² for a height of 3 meters, ensuring the structural viability of the modular system, Tab 3.

Table 3. Linear load simulation results. Source: Own elaboration

LOADS SIMULATION						
LOAD [kN/m]	DEFORMATION [mm]	ACTIVE DEFLECTION	AREA	AFFECTATION	RESULT	PERFORMANCE
2,50	0,371	L/434	Beam 83 (P1 - voladizo)	Floor 1 a Floor 5	Active deflection of the beam is not compliant.	Add reinforcements to limit deformation. Increase rigidity expanding the section.
	0,294	L/473	Joist (P6 - voladizo)	Floor 1 a Floor 5	Active deflection of the joist is not compliant.	
2,10	0,357	L/432	Beam 83 (P1 - voladizo)	Floor 1 a Floor 5	Active deflection of the beam is not compliant.	
	0,312	L/446	Joist (P6 - voladizo)	Floor 1 a Floor 5	Active deflection of the joist is not compliant.	
1,80	0,344	L/448	Beam 83 (P1 - voladizo)	Floor 1 a Floor 5	Active deflection of the beam is not compliant.	
	0,297	L/469	Joist (P6 - voladizo)	Floor 1 a Floor 5	Active deflection of the joist is not compliant.	
1,50	0,330	L/467	Beam 83 (P1 - voladizo)	Floor 1 a Floor 5	Active deflection of the beam is not compliant.	
	0,286	L/487	Joist (P6 - voladizo)	Floor 1 a Floor 5	Active deflection of the joist is not compliant.	
1,30	0,321	L/480	Beam 83 (P1 - voladizo)	Floor 1 a Floor 5	Active deflection of the beam is not compliant.	
1,15	0,314	L/491	Beam 83 (P1 - voladizo)	Floor 1 a Floor 5	Active deflection of the beam is not compliant.	
1,05	0,300	L/499	Beam 83 (P1 - voladizo)	Floor 1 a Floor 5	Active deflection of the beam is not compliant.	
1,00	0,307	L/502	-	-	-	-

RESULTS

For the selected case study, an analysis was conducted based on the principles of designing industrialized systems to identify potential solutions that meet the established weight requirements.

Priority was given to ensuring that these options did not exceed the limits defined in the structural analysis, thereby guaranteeing the feasibility and safety of the proposed system. The identified solutions are detailed in Table 4.

.**Table 4.** Design Prototypes. Source: Own elaboration

MODULAR SYSTEMS INDUSTRIALIZED	INITIAL	PROTOTYPES		
	0	1	2	3
	Base Model	Syst. Sandwich panel facade	Syst. Ventilated facade	Syst. Facade SATE
Width (m)	0,185	0,143	0,144	0,20
Weight (kg/m²)	45,00	33,03	32,03	30,65

Finally, the different systems proposed for attachment to the existing building envelope were evaluated, with their thermal transmittance values meeting the limits required by current regulations (DB-HE). The results show a significant improvement in energy efficiency when comparing the intervention prototypes with the initial traditional system. In terms of emissions and primary energy consumption, all prototypes achieved a reduction of over 30%. Additionally, regarding heating demand, a notable reduction was achieved, lowering it by more than 60%.

CONCLUSIONS

- The evaluated prototypes could be optimized with a redesign and the use of active technologies to further reduce primary energy consumption and improve its energy recalibration.
- Buildings require a prior structural study to verify compatibility with industrialized systems due to the variability found in older buildings.
- These proposals not only contribute to energy efficiency and sustainability but also add value to a property, while aligning with the European Union's environmental goals.
- The industrialized systems improve workability by minimizing impacts on occupants and reducing execution times.

BIBLIOGRAFÍA

[1] CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN, «Seguridad Estructural DB-SE-AE. Ahorro de Energía DB-HE», .
[2] Comisión Europea, «Una ola de renovación para Europa: ecologizar nuestros edificios, crear puestos de trabajo, mejorar vidas.»
[3] T. Konstantinou y C. Heesbeen, «Industrialized renovation of the building envelope: realizing the potential to decarbonize the European building stock», en *Rethinking Building Skins: Transformative Technologies and Research Trajectories*, Elsevier, 2021, pp. 257-283. doi: 10.1016/B978-0-12-822477-9.00008-5.

RECONSTRUCCIÓN DIGITAL DEL ARCO NABATEO BASADA EN LA INTEGRACIÓN DE DATOS 3D, IMÁGENES GRÁFICAS HISTÓRICAS Y FUENTES TEXTUALES, (SITIO DEL PATRIMONIO MUNDIAL DE PETRA, JORDANIA)

DIGITAL RECONSTRUCTION OF THE NABATAEAN ARCH BASED ON THE INTEGRATION OF 3D DATA AND HISTORICAL GRAPHIC IMAGES AND TEXTUAL SOURCES, (PETRA WORLD HERITAGE SITE, JORDAN)

Wang Yang

Participante de la Beca Programa de Cooperación al Desarrollo
Estudiante del Máster en Conservación de Patrimonio Arquitectónico, Universitat Politècnica de València; Camino de s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: ywang25y@arq.upv.es

María José Viñals Blasco
Investigadora en el Centro de investigación de la Arquitectura, el Patrimonio y la Gestión para el Desarrollo Sostenible (PEGASO). Catedrática de Escuela Universitaria, adscrita al Dpto. de Ingeniería Cartográfica Geodesia y Fotogrametría; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: mvinals @ upv.es

Jorge García Valldecabres
Investigador en el Centro de investigación de la Arquitectura, el Patrimonio y la Gestión para el Desarrollo Sostenible (PEGASO). Profesor Titular de Universidad, adscrito al Dpto. Expresión Gráfica Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: jgvallde@ega.upv.es

Abstract

Constructed around 100 AD, the Nabataean Arch at the entrance to the Bab as-Siq in Petra was a breathtaking marvel of ancient engineering and design. Tragically, the arch was significantly damaged by an earthquake in 1895, leading to its partial collapse.

This work presents the digital reconstruction of the Nabataean Arch, integrating a variety of data sources, including 3D point cloud data acquired through laser scanning and photogrammetry, historical graphic images, traveler accounts, and architectural studies.

Through the integration of these diverse sources, the digital model offers a highly detailed and accurate representation of the Nabataean Arch, filling in gaps where physical remains no longer exist. The reconstruction provides new insights into the architectural, cultural, and historical significance of the arch, highlighting its role in the urban planning of Petra and its symbolic importance in Nabataean society. The model also serves as a critical tool for conservation, supporting future restoration efforts and preserving this significant piece of heritage.

Keywords
BIM; Heritage; Archaeological element, Petra (Jordan), Nabataean architecture

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

Reconstrucción digital del Arco Nabateo en Sitio del Patrimonio Mundial de Petra, Jordania
Digital reconstruction of the Nabataean arch in Petra World Heritage Site, Jordan)

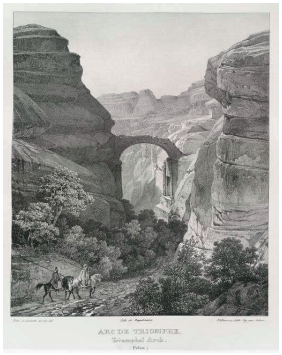
Wang Yang [1] María José Viñals Blasco [2] Jorge García Valldecabres [3]
Master Student in conservation of architectural heritage[1] / CUI Architecture, Heritage & Management. Sustainable Development [2 3] / Uni. Politècnica Valencia [1 2 3]

El Arco Nabateo en la entrada del Bab as-Siq de Petra es un impresionante testimonio de la destreza arquitectónica y los logros culturales de la civilización nabatea. Construido alrededor del año 100 a.C., este monumental pórtico no solo cumplía una función estructural, sino que también servía como un umbral ceremonial y simbólico hacia una de las ciudades más icónicas del mundo antiguo. Como parte integral del tejido urbano de Petra, el arco fue diseñado con precisión para integrarse armónicamente con el paisaje circundante, demostrando la creatividad de una sociedad que prosperó en el cruce de rutas comerciales y de intercambio cultural.

Este trabajo presenta la reconstrucción digital del Arco Nabateo, integrando una variedad de fuentes de datos, incluyendo datos de nubes de puntos 3D adquiridos mediante escaneo láser y fotogrametría, imágenes gráficas históricas, relatos de viajeros y estudios arquitectónicos.

The Nabatean Arch at the entrance to Petra's Bab as-Siq is a stunning testament to the architectural prowess and cultural achievements of the Nabatean civilization. Built around 100 BC, this monumental gateway not only served a structural function, but also served as a ceremonial and symbolic threshold into one of the most iconic cities of the ancient world. As an integral part of Petra's urban fabric, the arch was precisely designed to blend harmoniously with the surrounding landscape, demonstrating the creativity of a society that thrived at the crossroads of trade and cultural exchange routes.

This work presents the digital reconstruction of the Nabatean Arch, integrating a variety of data sources, including 3D point cloud data acquired through laser scanning and photogrammetry, historical graphic imagery, traveler's accounts, and architectural surveys.


Figure 7. Léon de Laborde, Painting of the Entrance of the Gorge at Petra, 1828.

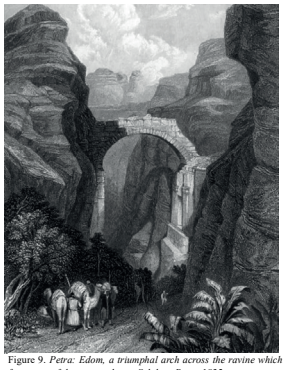

Figure 9. *Petra: Edom, a triumphal arch across the ravine which forms one of the approaches to Selah or Petra*. 1835.


Figure 8. David Roberts, Triumphal Arch Across the Ravine Leading to Petra, 1839.

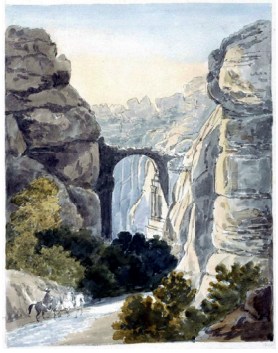
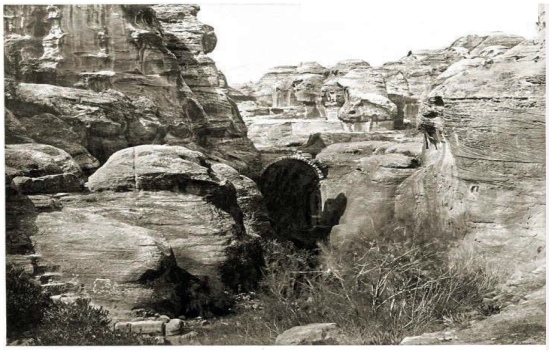
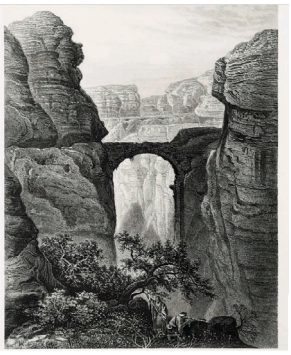

Figure 10. Charles Hamilton Smith, *Entrance to Petra at the Pass of El Syk, Waadi Moosa*, 1818–1846.

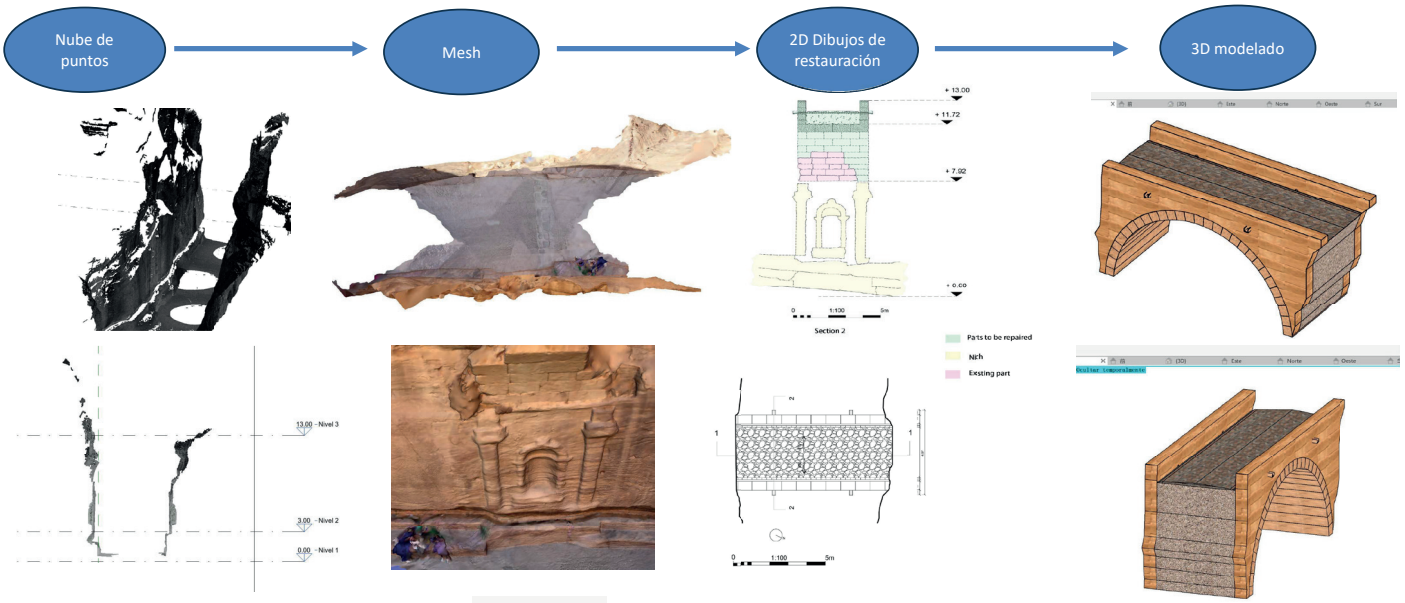

Figure 11. Lady Louisa Tenison, *Entrance to Petra*, April 10, 1843.


Figure 12. Ernest Breton, *Triumphal Arch, Petra, Jordan*, 1844.


Figure 13. J.C.Bentley, *The Arch, looking towards the Ravine*, about 1849.


Figure 15 . Francis Frith, *Arch Over the Great Ravine, Petra*, about 1865.


Figure 14. John Douglas Woodward, *Entrance to the Valley of Petra*, 1881.



©2025, ETS de Ingeniería de Edificación, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA - 158

EL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE LAS IGLESIAS DE LA RECONQUISTA. EL CASO DE LA IGLESIA DE LOS SANTOS JUANES DE VALENCIA

THE CONSTRUCTION SYSTEM OF RECONQUEST CHURCHES THE CASE OF THE CHURCH OF LOS SANTOS JUANES IN VALENCIA

José Miguel Molines Cano[1] ; Jaime Llinares Millán[1]; Ana Almerich Chulia[2]; Pablo Palmero Sánchez[1]

Dep. de Construcciones Arquitectónicas / Universitat Politècnica de València[1] *Dep. Mecánica de los Medios Continuos y TE/Universitat Politècnica de València[2]*

Abstract

To understand the characteristics of the Church of Santos Juanes, it is necessary to analyze the origin of the churches built after the Reconquest, particularly those using the diaphragm arch system. This system, extensively studied by Arturo Zaragozá, is part of the so-called Mediterranean Gothic architecture and stands out for its austerity and functionality.

The main distinctive feature of Mediterranean Gothic churches is the use of diaphragm arches, transverse elements that support the roof, usually made of wood. This system originated in the late 12th century in Mediterranean countries, where limited resources, especially timber, led to constructing simpler and more robust structures. Southern Gothic architecture was unadorned and characterised by a single nave, without decorative complications, partly due to the scarcity of timber mainly used for shipbuilding.

Keywords

Church, mediterranean Gothic, structures

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

EL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE LAS IGLESIAS DE LA RECONQUISTA. EL CASO DE LA IGLESIA DE LOS SANTOS JUANES DE VALENCIA

THE CONSTRUCTION SYSTEM OF RECONQUEST CHURCHES THE CASE OF THE CHURCH OF LOS SANTOS JUANES IN VALENCIA

José Miguel Molines Cano[1] ; Jaime Llinares Millán[1]; Ana Almerich Chulia[2]; Pablo Palmero Sánchez[1]

Dep. de Construcciones Arquitectónicas / Universitat Politècnica de València[1]

Dep. Mecánica de los Medios Continuos y TE/Universitat Politècnica de València[2]

1. Introducción

Para comprender las características de la Iglesia de los Santos Juanes, es necesario analizar el origen de las iglesias construidas después de la Reconquista, particularmente aquellas que emplean el sistema de los arcos diafragma. Este sistema, ampliamente estudiado por Arturo Zaragozá, forma parte de la denominada arquitectura gótica mediterránea, destacándose por su austeridad y funcionalidad.

2. La Arquitectura Gótica Mediterránea y los Arcos Diafragma

El principal rasgo distintivo de las iglesias góticas mediterráneas es el uso de los arcos diafragma, elementos transversales que actúan como soportes para la techumbre, generalmente de madera. Este sistema tiene su origen a finales del siglo XII en los países mediterráneos, donde las limitaciones de los recursos, especialmente la madera, llevaron a la construcción de estructuras más sencillas y robustas. La arquitectura gótica meridional carecía de adornos y se caracterizaba por una nave única, sin complicaciones decorativas, debido en parte a la escasez de madera, que se destinaba principalmente a la fabricación naval.

3. Ventajas y Desventajas del Sistema de Arcos Diafragma

Una de las principales ventajas del sistema de los arcos diafragma es su rapidez de montaje, especialmente en comparación con los sistemas abovedados. Este tipo de construcción permitía una gran estabilidad sin necesidad de complicados sistemas de bóvedas. Sin embargo, las desventajas radicaban en la menor durabilidad de estos edificios en comparación con los construidos con bóvedas de piedra, además de la limitada solidez de las techumbres de madera, que eran susceptibles a incendios y deterioro con el tiempo.

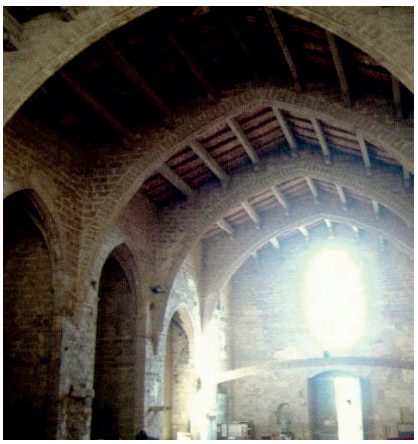


Imagen 1.Interior del Convento de San Francisco de Morella.
Image 1. Interior of the Convent of San Francisco de Morella



Imagen 2. Esquema estructural del gótico Centroeuropeo
Image 2. Central European Gothic structural outline

4. El Caso de la Iglesia de los Santos Juanes

La Iglesia de los Santos Juanes sigue esta tipología constructiva, aunque su configuración actual es híbrida, al estar enmascarada por una bóveda barroca. No está claro si originalmente la iglesia tenía una techumbre de madera, aunque investigaciones recientes, incluidas las catas realizadas por Estellés, no han encontrado vestigios de dicha estructura, lo que sugiere que pudo haber desaparecido en incendios históricos.

5. La Respuesta al Sismo: Influencia de la Sismicidad en la Arquitectura

Una de las principales cuestiones que surgen al estudiar estas iglesias es la notable diferencia entre las iglesias góticas mediterráneas y sus contemporáneas de Europa Central. Mientras que las iglesias del norte de Europa, como la catedral de Notre Dame en París, son ligeras y se centran en la creación de grandes ventanales de vidrio, las iglesias del Mediterráneo se caracterizan por su solidez y masividad, una característica que puede explicarse por la alta actividad sísmica de las regiones mediterráneas.

Según Cassinello, los maestros de obra de la época eran conscientes de la necesidad de adaptarse a los movimientos sísmicos, y esto explica la robustez de las estructuras en zonas como Cataluña y Valencia. Este tipo de arquitectura, más pesada y sólida, tenía el objetivo de resistir los efectos de los temblores de tierra, una preocupación ausente en regiones menos propensas a sismos.

6. Los Elementos Estructurales de la Iglesia de los Santos Juanes

La Iglesia de los Santos Juanes destaca por su solidez estructural, evidenciada en su masividad. El edificio está sustentado por siete pares de contrafuertes, cada uno con un espesor de 1,50 metros y una longitud de unos 5,20 metros. Estos contrafuertes están construidos con piedra tosca en las caras exteriores y un relleno interior de hormigón con cal y ladrillo triturado. Su función es resistir las tensiones estructurales, lo que le otorga a la iglesia una rigidez superior a la de otras construcciones góticas. Además, la nave central está cubierta con bóvedas tabicadas de ladrillo, que están reforzadas con una capa de hormigón, y presenta una cubierta inclinada de teja árabe. A nivel de la estructura, la iglesia también cuenta con bóvedas de crucería, especialmente en el ábside, donde se observan ojivas de seis tramadas con una sección más esbelta, culminando en un ábside de forma pentagonal.

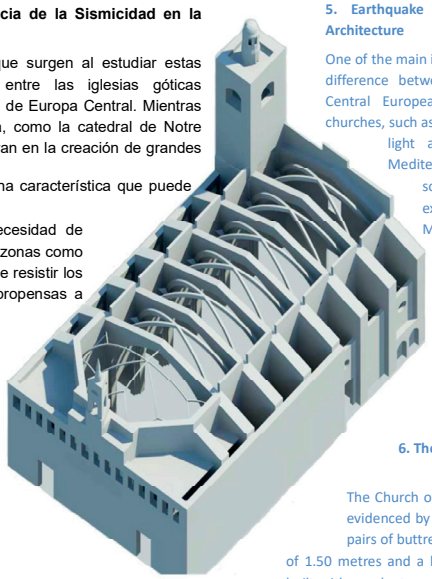


Imagen 4. 3D de la estructura de la Iglesia.
Image 4. 3D of the structure of the Church.

Conclusiones

La Iglesia de los Santos Juanes es un claro ejemplo de la arquitectura gótica mediterránea, caracterizada por su solidez, el uso de los arcos diafragma y la respuesta adaptativa frente a los movimientos sísmicos. Este sistema constructivo, aunque sencillo y austero, fue eficaz para garantizar la estabilidad de los templos en una región propensa a temblores. La iglesia es un testimonio de cómo la arquitectura medieval se adaptó a las necesidades y los desafíos del entorno, utilizando soluciones innovadoras y funcionales que perduraron a lo largo del tiempo.

1. Introduction

To understand the characteristics of the Church of Santos Juanes, it is necessary to analyze the origin of the churches built after the Reconquest, particularly those using the diaphragm arch system. This system, extensively studied by Arturo Zaragozá, is part of the so-called Mediterranean Gothic architecture and stands out for its austerity and functionality.

2. Mediterranean Gothic Architecture and Diaphragm Arches

The main distinctive feature of Mediterranean Gothic churches is the use of diaphragm arches, transverse elements that support the roof, usually made of wood. This system originated in the late 12th century in Mediterranean countries, where limited resources, especially timber, led to constructing simpler and more robust structures. Southern Gothic architecture was unadorned and characterised by a single nave, without decorative complications, partly due to the scarcity of timber mainly used for shipbuilding.

3. Advantages and Disadvantages of the Diaphragm Arch System

One of the main advantages of the diaphragm arch system is its speed of erection, especially in comparison to vaulted systems. This type of construction allowed for great stability without the need for complicated vaulting systems. However, the disadvantages were the lower durability of these buildings compared to those built with stone vaults and the limited solidity of timber roofs, which were susceptible to fire and deterioration over time.

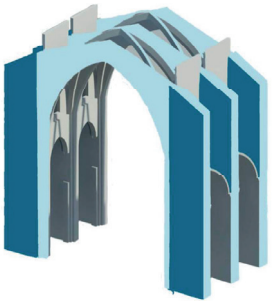


Imagen 3. Sistema estructural de los Santos Juanes.
Image 3. The structural system of the Santos Juanes.

4. The Case of the Church of Santos Juanes

The Church of Santos Juanes follows this construction typology, although its current configuration is hybrid, as it is masked by a Baroque vault. It is not clear whether the church initially had a wooden ceiling. However, recent investigations, including the tastings carried out by Estellés, have found no traces of such a structure, suggesting that it may have disappeared in historic fires.

5. Earthquake Response: The Influence of Seismicity on Architecture

One of the main issues when studying these churches is the striking difference between Mediterranean Gothic churches and their Central European contemporaries. While Northern European churches, such as Notre Dame Cathedral in Paris, are light and focus on creating large glass windows, Mediterranean churches are characterised by their solidity and massiveness, a feature that can be explained by the high seismic activity of Mediterranean regions.

According to Cassinello, the master builders of the time were aware of the need to adapt to seismic movements, and this explains the robustness of the structures in areas such as Catalonia and Valencia. This type of architecture, heavier and more solid, was intended to resist the effects of earth tremors, a concern absent in regions less prone to earthquakes.

6. The Structural Elements of the Santos Juanes Church

The Church of Santos Juanes stands out for its structural solidity, evidenced by its massiveness. The building is supported by seven pairs of buttresses, each with a thickness of 1.50 metres and a length of about 5.20 metres. These buttresses are built with rough stone on the outer faces and an inner filling of concrete with lime and crushed brick. Their function is to resist structural stresses, which gives the church a greater rigidity than other Gothic constructions. In addition, the central nave is covered with brick vaults, which are reinforced with a layer of concrete, and has a sloping roof of Arabic tiles. At the structural level, the church also has ribbed vaults, especially in the apse, where there are six-sided ogives with a more slender section, culminating in a pentagonal apse.

Conclusions

The Church of Santos Juanes is a clear example of Mediterranean Gothic architecture, characterised by its solidity, use of diaphragm arches and adaptive response to seismic movements. Although simple and austere, this construction system effectively guaranteed the stability of the churches in a region prone to earthquakes. The church is a testimony to how medieval architecture adapted to the needs and challenges of the environment, using innovative and functional solutions that have endured over time.

INNOVATIVE SUSTAINABLE ROOFING STRATEGIES FOR MITIGATING URBAN HEAT ISLANDS IN MATERA

Juana Mercedes Perlaza Rodríguez
Consultant and Founder / NOVAMANTO Urban Architecture: specializes in consultancy and research for developing smart and sustainable cities / Via del Castello 17 / 75100 / Matera, Italia / www.novamanto.com / E-mail: info@novamanto.com

Fabiola Colmenero Fonseca
Investigadora en el Dpto. Arquitectura diseño y comunicación / Universidad Lasalle México / fabiola.colmenero@lasalle.mx. / Instituto Universitario de Tecnología de Materiales / Universidad Politécnica de València / Camino de Vera, s/n, 46022 / Valencia, España / University Institute of Materials Technology fcolfon@upvnet.upv.es

Carmen Fattore
Research Fellow / Dipartimento per l'Innovazione Umanistica, Scientifica e Sociale (DiUSS) /Universitá degli Studi della Basilicata. / Via Lanera 20 / 75100 / Matera, Italia / E-mail: carmen.fattore@unibas.it

Abstract

The Urban Heat Island (UHI) effect poses a major environmental challenge in historic cities, exacerbated by urbanization, reduced green areas, and the use of high thermal inertia materials. In Matera, a UNESCO World Heritage city, high built density and urban fabric continuity influence heat accumulation preventing heat dissipation and exacerbating the UHI effect. Additionally, the rehabilitation of the historic center has transformed land use from residential to tourist accommodation services, increasing energy demand for air conditioning, lighting, and thermal comfort. Furthermore, climate change introduces new challenges in urban planning, with extreme temperatures exacerbating thermal stress in heritage environments.

This study evaluates the impact of sustainable roofing technologies on thermal and energy by integrating urban climate models and statistical analysis. Three scenarios are simulated: reflective roofs (absorption 0.25), green roofs enhancing thermal regulation through evapotranspiration, and agrivoltaics systems combining vegetation with renewable energy. In high built-density areas (35-40°C), the agrivoltaics system solutions offer the best balance between thermal efficiency and energy generation (200 kWh/m²/year). Return on investment (ROI) analysis in a 1000 m² area highlights the economic feasibility of these solutions, with an estimated payback period of 5 years. The findings emphasize the need for urban policies that promote sustainable roofing in heritage settings and adapt climate planning to the energy requirements of tourism.

Keywords:

Urban Heat Island (UHI); Built Density and Climate Resilience; Sustainable Roofing Strategies; Energy Demand in Historic Cities; Agrivoltaics Systems for Heritage Areas

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

Estrategias Innovadoras en Techos Sostenibles para la Mitigación de Islas de Calor Urbano en Matera

Innovative Sustainable Roofing Strategies for Mitigating Urban Heat Islands in Matera

Juana Mercedes Perlaza Rodríguez[1], Fabiola Colmenero Fonseca[2], Carmen Fattore[3]
Novamanto Consulting and Reasearh Services[1]; Universidad de La Salle México [2]; Universitá degli Studi della Basilicata[3]

1. INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION



Fig. 1. Vistas del patrimonio histórico y natural de Matera. / Fig. 1, Views of the Historical and Natural Heritage of Matera.

La imagen muestra el casco historico de Matera, Italia, los distritos de Sasso Barisano y Sasso Caveoso, ambos caracterizados por construcciones trogloditas excavadas en la Calcarenita. / Fig. 1, The image shows some of history space of Matera, Italy; the districts of Sasso Barisano and Sasso Caveoso, both characterized by troglodyte constructions dug into the Calcarenite

El efecto de Islas de Calor Urbanas (UHI, por sus siglas en inglés) representa un desafío significativo para las ciudades, exacerbado por la creciente urbanización, la pérdida de áreas verdes y el uso de materiales de construcción con alta inercia térmica y baja reflectividad [1]. Este fenómeno no solo contribuye al aumento de la temperatura urbana, sino que también incrementa el consumo energético, afecta la salud pública y deteriora la calidad ambiental [2]. El **Centro Histórico de Matera** se analiza principalmente desde la **densidad construida**, ya que su estructura consolidada y la continuidad del tejido urbano influyen en la acumulación térmica. Sin embargo, su interacción con la **densidad urbana y la gestión de la urbanización** es clave para desarrollar estrategias de mitigación efectivas. Además, la rehabilitación del centro histórico ha transformado su vocación de uso de **residencial a servicios de alojamiento turístico**, lo que ha incrementado la demanda energética por climatización, iluminación y confort térmico. Estrategias innovadoras como los **techos sostenibles** ofrecen soluciones viables, contribuyendo a la reducción de temperaturas urbanas mediante cubiertas reflectantes, tejados verdes y sistemas híbridos que combinan tecnologías de eficiencia energética con infraestructura verde. Estudios recientes han demostrado que la combinación de materiales radiactivos con vegetación puede disminuir significativamente la temperatura ambiente y reducir el consumo energético hasta en un 16-35% [3]. Este estudio, resultado de una colaboración académica entre **UNIBAS y Casa de Tecnología Emergente en Matera (CTEM)**, analiza el impacto térmico y energético de diferentes tecnologías de techos sostenibles en entornos urbanos de alto valor patrimonial [4]. The **Urban Heat Island (UHI)** effect represents a significant challenge for cities, exacerbated by increasing urbanization, the loss of green areas, and the use of construction materials with high thermal inertia and low reflectivity [1]. This phenomenon not only contributes to rising urban temperatures but also increases energy consumption, affects public health, and deteriorates environmental quality [2]. The **Historic Center of Matera** is primarily analyzed from the perspective of **built density**, as its consolidated structure and the continuity of its urban fabric influence thermal accumulation. However, its interaction with **urban density and urbanization management** is key to developing effective mitigation strategies. Additionally, the rehabilitation of the historic center has transformed its land use from **residential to tourist accommodation services**, increasing energy demand for air conditioning, lighting, and thermal comfort. Innovative strategies such as **sustainable roofing** offer viable solutions, contributing to urban temperature reduction through reflective roofs, green roofs, and hybrid systems that integrate energy-efficient technologies with green infrastructure. Recent studies have shown that combining radiative materials with vegetation can significantly lower ambient temperature and reduce energy consumption by **16-35%** [3]. This study, the result of an academic collaboration between **UNIBAS and the Casa de Tecnología Emergente in Matera (CTEM)**, analyzes the thermal and energy impact of different sustainable roofing technologies in **urban environments of high heritage value** [4].

2. OBJETIVOS / OBJECTIVES

El objetivo de este estudio es **i) evaluar el impacto térmico y energético** de diversas tecnologías de techos sostenibles en el contexto urbano de Matera, integrando modelos climáticos urbanos y análisis estadísticos para comprender su efectividad; **ii) simular escenarios de implementación sostenible** que incluyan cubiertas reflectantes y radiactivas, diseñadas con materiales de alta reflectancia para minimizar la absorción de calor solar; tejados verdes, los cuales contribuyen a la regulación térmica mediante procesos de evapotranspiración y generación de espacios de confort; y sistemas híbridos, que combinan vegetación con la generación de energía renovable a través de soluciones agrivoltaicas; **iii)** finalmente, el estudio pretende **proponer estrategias escalables y replicables** para ciudades patrimoniales y climáticamente neutras, alineadas con los objetivos de sostenibilidad urbana promovidos a nivel europeo [6]. This study aims to i) evaluate the thermal and energy impact of different sustainable roofing technologies in the urban context of Matera; **ii) integrating urban climate models and statistical analysis** to understand their effectiveness. It aims to stimulate sustainable implementation scenarios that include reflective and radiative roofs, designed with highly reflective materials to minimize solar heat absorption; green roofs, which contribute to thermal regulation through evapotranspiration processes and the creation of comfort spaces; and hybrid systems, which combine vegetation with renewable energy production through agro-voltaic solution; **iii)** finally, the study aims to **propose scalable and replicable strategies** for heritage and carbon-neutral cities, in line with the urban sustainability objectives promoted at the European level [6].

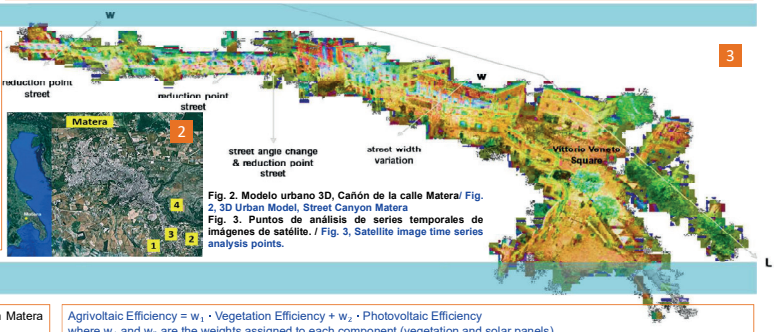


Fig. 2. Modelo urbano 3D, Cañón de la calle Matera/ Fig. 2, 3D Urban Model, Street Canyon Matera
Fig. 3. Puntos de análisis de series temporales de imágenes de satélite. / Fig. 3, Satellite image time series analysis points.

3. METODOLOGIA / METHODOLOGY

El estudio evalúa la efectividad de techos sostenibles en la mitigación del efecto de Islas de Calor Urbanas (UHI) en Matera mediante un enfoque que combina análisis térmico, simulaciones computacionales y evaluación económica [7,14,15].

- El **análisis térmico** mide la eficiencia de cubiertas reflectantes, tejados verdes y sistemas híbridos a través de un modelo de simulación simplificado adaptado a las condiciones locales.
  - Thermal Efficiency = $k \cdot (1 / \text{Solar Absorption Coefficient})$
- Las **simulaciones computacionales**, realizadas en Python, modelan la reducción de temperatura urbana antes y después de la implementación de soluciones sostenibles, utilizando datos meteorológicos históricos.
  - $\Delta T_total = A \cdot \Delta T_material$
- La **evaluación económica** analiza el retorno de inversión (ROI) a 10 años de tecnologías fotovoltaicas y agrivoltaicas, considerando costos y beneficios energéticos.
- Combined Model:
- A weighted combination of efficiencies was used:

Agrivoltaic Efficiency = $w_1 \cdot$ Vegetation Efficiency + $w_2 \cdot$ Photovoltaic Efficiency
where w_1 and w_2 are the weights assigned to each component (vegetation and solar panels).
Assigned Weights, (Zahrawi, et al. 2024; Pump, C., et al. 2024; Li H., et al. 2024; Hickey, T., et al 2024; Moore, K.A., et al 2024):

- Vegetation: $w_1 = 0.5$, Solar panels: $w_2 = 0.6$, based on their respective capacities to dissipate heat and reflect light.
- Los resultados se **validan** mediante la comparación con estudios previos en entornos similares para garantizar la precisión de las estrategias propuestas (Papadakis et al., 2022; Kim et al., 2022).

Return on Investment (ROI):
The return on investment (ROI) for photovoltaic and agrivoltaics technologies was calculated using the formula:

- ROI = (Annual Energy Savings · Project Duration) / Total Implementation Cost

Where:

- Annual Energy Savings: Photovoltaic generation multiplied by the price per kWh.
- Project Duration: 10 years in this case.

time	NDBI	NDSI	NDVI	Year	Predicted Med Indoor Temperature (°C)	Predicted Med Indoor Relative Humidity (%)	Predicted Med Indoor Pressure (mbar)	external_Temperature	external_Humidity	external_Pressure	Sample699	Sample700	season	cluster
1/1/2016	-0.165	-0.163	0.055	2016	21.37	67.13	1007.5	22	0.68	1014	0	0	winter	2
2/1/2016	-0.31	-0.478	0.056	2016	21.37	67.13	1007.5	22	0.68	1014	0	0	winter	2
3/1/2016	-0.367	-0.383	0.032	2016	21.37	67.13	1007.5	22	0.68	1014	0	0	winter	2
4/1/2016	-0.209	-0.046	0.103	2016	21.37	67.13	1007.5	22	0.68	1014	0	0	spring	2
5/1/2016	-0.172	0.133	0.155	2016	21.37	67.13	1007.5	22	0.68	1014	0	0	spring	2

Fig. 4. Mapa de Calor de Correlacion de la Temperatura Externa e Indices Satelitales / Fig. 5, External Temperature Correlation Heat Map and Satellite Indices

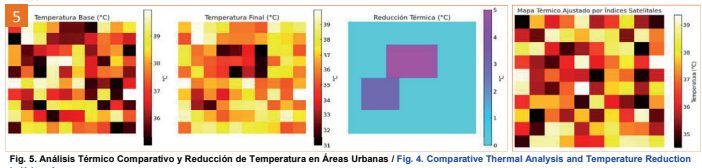


Fig. 5. Análisis Térmico Comparativo y Reducción de Temperatura en Áreas Urbanas / Fig. 4. Comparative Thermal Analysis and Temperature Reduction in Urban Areas

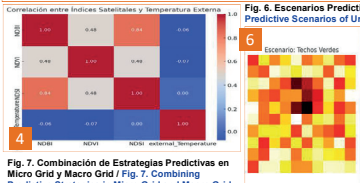


Fig. 6. Escenarios Predictivos del Microclima Urbano Utilizando Random Forest Regression / Fig. 6. Predictive Scenarios of Urban Microclimate Using Random Forest Regression

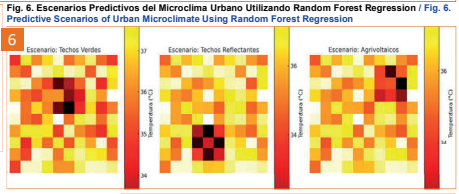
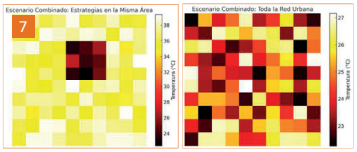


Fig. 7. Combinación de Estrategias Predictivas en Micro Grid y Macro Grid / Fig. 7. Combining Predictive Strategies in Micro Grid and Macro Grid



Las simulaciones utilizan datos de **absorción solar** (Calcarenito 0.85, Reflectante 0.25, Fotovoltaicos 0.50), **eficiencia térmica**, y **generación fotovoltaica** (200 kWh/m²/año). La **agrivoltaica** combina techos verdes y paneles. Temperaturas urbanas base: **35-40°C** en zonas densas **Hickey, T., et al 2024; Moore, K.A., et al 2024).** Simulations use **solar absorption** (Calcarenite 0.85, Reflective 0.25, Photovoltaic 0.50), **thermal efficiency**, and **photovoltaic generation** (200 kWh/m²/year). **Agrivoltaics** combines green roofs and panels. Urban base temperatures: **35-40°C** in dense areas **Hickey, T., et al 2024; Moore, K.A., et al 2024).**

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN / DISCUSSION AND RESULTS

Los resultados evalúan el impacto de los **techos sostenibles** en temperatura, rentabilidad y sostenibilidad (Fig. 8). La **reducción de temperatura** muestra diferencias en la efectividad de cada tecnología para mitigar el **efecto isla de calor urbana (UHI)**. El análisis del **tiempo de retorno de inversión (ROI)** determina cuántos años se requieren para recuperar costos, equilibrando inversión y beneficios energéticos. Además, el **impacto combinado en sostenibilidad** proporciona una visión integral. Finalmente, el **análisis de costos** de agrivoltaica en 1000 m² estima costo total, ahorro energético y beneficio neto a 10 años, destacando su viabilidad. Estos hallazgos enfatizan un enfoque **integral y sostenible** (Zahrawi, et al. 2024; Pump, C., et al. 2024). The results assess the impact of **sustainable roofs** on temperature, profitability, and sustainability (Fig.8). The **temperature reduction** analysis highlights differences in mitigating the **urban heat island (UHI) effect**. The **return on investment (ROI)** analysis determines the years needed to recover costs, balancing investment and energy benefits. Additionally, the **combined sustainability impact** offers a comprehensive perspective. Finally, the **cost analysis** for agrivoltaics in a 1000 m² area estimates total cost, energy savings, and net benefit over 10 years, proving its feasibility. These findings highlight the importance of an **integrated, sustainable** approach (Zahrawi, et al. 2024; Pump, C., et al. 2024).

a Technology	External_Temperature_Reduction_C	Cost_Implementation_USD_m2	Annual_Energy_Savings_USD_m2	CO2_Reduction_kg_m2	Return_Time_Investment_Years	Combined_Impact
Green Roofs	3.5	50	8	4.5	6.25	4.7
Reflective Roof	5	35	10	3.2	3.5	5.46
Agrivoltaics System	4.2	70	15	5.8	4.666666667	6.84

b Material	Solar_Absorption_Coefficient	Thermal_Efficiency (°C Reduction)
Calcarenite	0.85	1
Reflective Roof	0.25	3
Photovoltaic Panels	0.5	2

c Area (m2)	Total Implementation Cost (USD)	Total Annual Generation (kWh)	Annual Revenue per Generation (USD)	10 Year Net Profit (USD)
1000	80000	200000	30000	220000

d Area (m2)	Total Implementation Cost (USD)	Annual Energy Savings (USD)	10-year Net Profit (USD)
1000	70000	15000	80000

Fig. 8. Impacto combinado de la sostenibilidad por tecnología de tejado / Fig. 8. Combined Sustainability Impact by Roof Technology

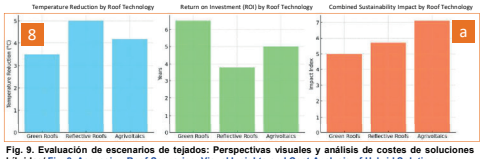
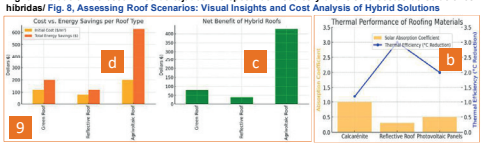


Fig. 9. Evaluación de escenarios de tejados: Perspectivas visuales y análisis de costes de soluciones híbridas/ Fig. 8, Assessing Roof Scenarios: Visual Insights and Cost Analysis of Hybrid Solutions



El **Desempeño Térmico de Materiales** confirma que los **materiales reflectantes** maximizan la eficiencia térmica, mientras que los paneles fotovoltaicos ofrecen un equilibrio moderado (**Li H., et al. 2024**). El **Beneficio Neto de Tecnologías Fotovoltaicas** evidencia su viabilidad económica al comparar costos, ingresos a 10 años y beneficio neto, (Fig. 9). The **Thermal Performance of Materials** confirms that **reflective materials** maximize thermal efficiency, while photovoltaic panels offer a balanced approach (**Li H., et al. 2024**). The **Net Benefit of Photovoltaic Technologies** demonstrates their economic feasibility by comparing implementation costs, 10-year revenues, and projected net benefits, (Fig. 9).

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES / CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

Para mitigar el impacto del **microclima urbano**, se recomienda combinar **techos reflectantes** (absorción 0.25) con **sistemas de vegetación** para maximizar la eficiencia térmica. La **agrivoltaica**, con un **ROI de 5 años**, optimiza generación energética y reducción de temperatura. Se deben establecer **políticas urbanas** que incentiven **materiales de baja absorción**, integración de **cubiertas verdes** y **sistemas fotovoltaicos** en zonas densamente urbanizadas. Es urgente **adaptar normativas** para la conservación de **ciudades históricas**, incorporando soluciones discretas y estructuralmente viables. La planificación climática debe priorizar **enfriamiento pasivo y estrategias híbridas**, asegurando resiliencia frente al calentamiento urbano. To mitigate **urban microclimate impacts**, combining **reflective roofs** (absorption 0.25) with **vegetation systems** is recommended for maximum thermal efficiency. **Agrivoltaics**, with a **5-year ROI**, optimize energy generation and temperature reduction. **Urban policies** must promote **low-absorption materials**, **green roofs**, and **photovoltaic systems** in dense areas. Urgent **regulatory adaptation** is needed for **historic cities**, integrating discreet and structurally viable solutions. Climate planning should prioritize **passive cooling and hybrid strategies**, ensuring resilience against **urban heating**.

6. REFERENCIAS / REFERENCES

Bibliografía del estudio principal disponible / Main study bibliography

Zahrawi, et al. 2024; Pump, C., et al. 2024; Li H., et al. 2024; Hickey, T., et al 2024; Moore, K.A., et al 2024

6. AUTORAS / AUTHORS

NOVAMANTO
La Salle
Universidad de la Salle México
UNIVERSITÀ DELLA BASILICATA

©2025, ETS de Ingeniería de Edificación, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA - 162

ЕВОЛЮЦІЯ СПАСО-ПРЕОБРАЖЕНСЬКОГО СОБОРУ ЯК ЄДНІСТЬ МИНУЛОГО, ТЕПЕРІШНЬОГО І МАЙБУТНЬОГО

THE EVOLUTION OF THE TRANSFIGURATION CATHEDRAL AS A UNITY OF THE PAST, PRESENT AND FUTURE

Yuliya Poteychuck
Departament Architecturals Constructions; Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture; 4 Didrihsona, 65029 Odessa Postgraduate student. E-mail: j.poteichuck@gmail.com
Nadiia Yeksarova
Departament Architecturals Constructions; Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture; 4 Didrihsona, 65029 Odessa, PhD Architecture. E-mail: eksareva@gmail.com
Volodymyr Yeksarov
Department of Industrial and Civil Engineering; Cherkasy State Technological University; 460 Bul. Shevchenko, 18006, Cherkasy, PhD Architecture. E-mail: va.eksarev@gmail.com

Abstract

The Transfiguration Cathedral has a rich history spanning more than two centuries. Founded in 1804, it became the sacred centre of Odesa. The cathedral has gone through periods of prosperity and destruction: it was destroyed in 1936, but was restored in 2003. During the war in 2023, the church was heavily damaged by rocket fire. Its revival is a symbol of the preservation of cultural heritage, spiritual unity and historical memory of the society.

Keywords

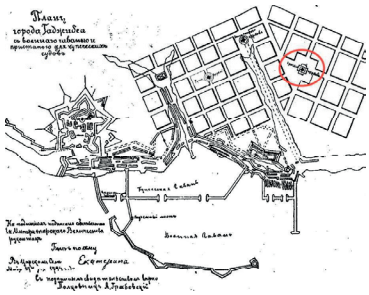
Transfiguration Cathedral, Odesa, cultural heritage, history, destruction, revival, spiritual life, architecture, war, unity

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

ЕВОЛЮЦІЯ СПАСО-ПРЕОБРАЖЕНСЬКОГО СОБОРУ ЯК ЄДНІСТЬ МИНУЛОГО, ТЕПЕРІШНЬОГО І МАЙБУТНЬОГО

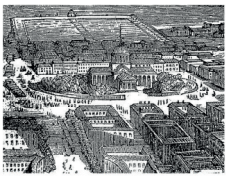
THE EVOLUTION OF THE TRANSFIGURATION CATHEDRAL AS A UNITY OF THE PAST, PRESENT AND FUTURE

Yuliya Poteychuck[1] Nadiia Yeksarova[2]
Departament Architecturals Constructions; Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture[1,2]



I. Концепція міста з сакральним центром. Портове місто Одеса – феномен ноосферного підходу до концепції генплану Франц де Волана до моделювання штучних екосистем.У першому концептуальному плані була передбачена головна площа з церквою у «вузловій точці» з урахуванням системи прилеглих вулиць.

I. The Concept of a city with a sacred center. The port city Odessa is a phenomenon of the noosphere approach of the author of the concept of the general plan Franz de Volan to the modelling of artificial ecosystems. In the first concept plan, the main square with the church at the "nodal point" was foreseen, taking into account the system of adjacent streets







II. Зародження та будівництво. Як свідчать архівні документи та літературні джерела, перший проект Спасо-Преображенського собору розробив архітектор військовий інженер В. Ванресант. Герцог де Рішельє в 1804 р. видав наказ пропочаток будівництва кафедрального собору в ім'я Святого Миколая.

II. Origin and Construction. As archival documents and literary sources attest, the first design of the Transfiguration Cathedral was developed by architect and military engineer V. Vanresant. In 1804, Duke de Richelieu issued an order to begin the construction of the cathedral dedicated to Saint Nicholas





III. Розквіт. Будівництво дзвіниці, розпочате в 1827 році, було завершено в 1837 році архітектором Дж. Торічеллі.У 1848 році збудовано середню частину церкви, яка об'єднала дзвіницю та церкву.

III. Flourishing. The construction of the bell tower, which began in 1827, was completed in 1837 by architect G. Torricelli. In 1848, the central part of the church was built, connecting the bell tower and the church







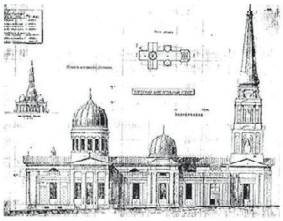




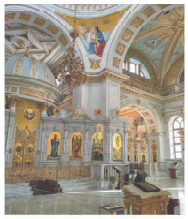


IV. Зруйнування. Варварське знищення будівлі Спасо-Преображенського собору у 1936 році порушило містобудівне середовище та вертикальну композицію історичного центру. Храм був підірвано радянською владою. На його місці в 1940 році встановили фонтан. Войовничий матеріалізм ідеології призвів до вандального знищення значної кількості осередків різних конфесій Одеси.

IV. Destruction. The barbaric demolition of the Transfiguration Cathedral in 1936 disrupted the urban environment and the vertical composition of the historic center. The cathedral was blown up by the Soviet authorities. In 1940, a fountain was installed in its place. The militant materialism of Bolshevik ideology led to the vandalistic destruction of numerous spiritual centers of various confessions in Odesa



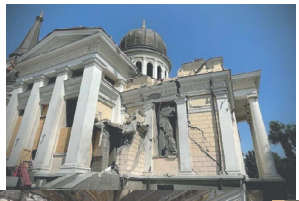


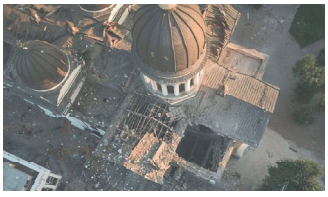


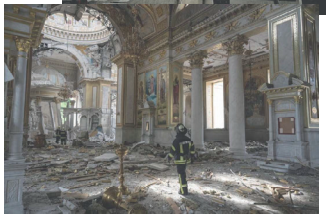


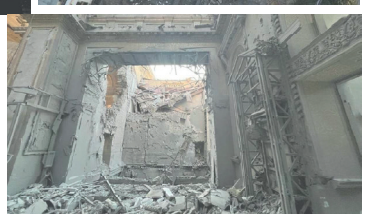
V. Відродження. 1999-2011 роки: Розпочато відбудову собору, яка тривала понад десятиліття..Відродження Спасо-Преображенського собору в Одесі, завершене у 2003 році, став масштабним проєктом відновлення історичної та духовної спадщини міста. В основу об'ємно-планувального вирішеннясобору були закладені: збережені фотографії після останньої перебудови 1903 р.; обмірний креслення, інженер Ф. Моцаков,1936 р. обміри існуючих відкритих фундаментів, 2000-2001 рр.

V. Revival. 1999–2011: The restoration of the Transfiguration Cathedral in Odesa began and lasted for over a decade. The revival of the Transfiguration Cathedral, completed in 2003, became a large-scale project to restore the historical and spiritual heritage of the city. The architectural and planning solutions for the cathedral's reconstruction were based on the following: preserved photographs from the last reconstruction in 1903, measured drawings by engineer F. Motsakov from 1936,measurements of the existing exposed foundations conducted in 2000-01









VI. Сьогодення. Спасо-Преображенський кафедральний собор в Одесі зазнав значних руйнувань внаслідок ракетного удару 23 липня 2023 року. Ракета влучила у праву частину будівлі, спричинивши колосальні пошкодження, зокрема повне знищення вівтарної частини та пробиття двох поверхів униз.

VI. Present Day. The Spaso-Preobrazhensky Cathedral in Odesa suffered significant destruction as a result of a missile strike on July 23, 2023. The missile hit the right side of the building, causing massive damage, including the complete destruction of the altar area and the penetration of two floors down

Висновки. Спасо-Преображенський кафедральний собор має багату та драматичну історію, тісно пов'язану з духовним життям міста, та був його головним сакральним комплексом. Історія собору охоплює понад два століття, з періодами відродження та руйнації.
Після здобуття Україною незалежності розпочався процес повернення історичної справедливості. У 1999 році було ухвалено рішення про його відновлення, а у 2003 році собор знову постав у всій своїй величі.
Внаслідок ракетної атаки повністю знищено вівтар і пошкоджено несучі конструкції собору у 2023 р. Збереження культурної спадщини є важливим для підтримки духовного життя суспільства та забезпечення гармонії в тяжких історичних умовах. Відродження собору зараз - це не лише акт пошани, а й внесок у зміцнення духовної єдності минулого, теперішнього та майбутнього.
"Архітектура, як символ часу і духу народів, має залишитися недоторканою навіть у найжорстокіші часи" – наполягав Микола Реріх.

Conclusions. The Transfiguration Cathedral has a rich and dramatic history, closely linked to the spiritual life of the city, and was its main sacred complex. The history of the cathedral spans more than two centuries, with periods of revival and destruction. After Ukraine gained independence, the process of restoring historical justice began. In 1999, a decision was made to restore the cathedral, and in 2003, the cathedral stood again in all its glory. A missile attack in 2023 completely destroyed the altar and damaged the cathedral's supporting structures. Preservation of cultural heritage is important for maintaining the spiritual life of society and ensuring harmony in difficult historical conditions. The revival of the cathedral now is not only an act of respect, but also a contribution to strengthening the spiritual unity of the past, present and future. "Architecture, as a symbol of time and the spirit of peoples, must remain intact even in the most cruel times,' insisted Nicholas Roerich.

ANOMALIAS EN FACHADAS. METODOLOGÍA PARA SU CATALOGACIÓN. EL CASO DE VALENCIA

FACADES ANOMALIES: METHODOLOGY FOR CATALOGING. CASE OF VALENCIA

Emma Barelles-Vicente
Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. E-mail: ebarelle@arq.upv.es
Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: ebarelle@arq.upv.es

Jaime Llinares-Millán
Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. E-mail: jllinares@csa.upv.es
Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: jllinares@csa.upv.es

Abstract

The conservation of non-monumental built heritage is gaining increasing attention. This has highlighted the need to study the most frequent damages on facades within specific geographic and environmental contexts. Such studies aim to analyze the factors influencing their occurrence and to identify the necessary actions to prevent and address them effectively. A methodology has been developed for the visual survey of the most frequent damages in facades. Applied to a set of buildings in the city of Valencia, this methodology enabled the identification of the main damages present on these facades. The general objective of the research is to classify the most frequent damages observed in facades and their causes. Specific objectives include creating a catalogue of facades with damages in Valencia, considering construction characteristics and the environmental conditions specific to each selected area. The research is guided by clearly defined objectives that inform a precise field study methodology. To facilitate data collection, taxonomic data collection cards were prepared for the facades under study. These standardized forms ensure a systematic and uniform approach to data gathering, simplifying the process and enabling efficient analysis. The research concludes that the development of these taxonomic cards has successfully facilitated a detailed visual survey of facade damages in Valencia. The standardized data collection approach has proven effective in organizing and interpreting the results with clarity and ease.

Keywords
Pathology, facade, methodology for cataloging, damage, building.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

ANOMALIAS EN FACHADAS: METODOLOGÍA PARA SU CATALOGACIÓN. EL CASO DE VALENCIA

FACADES ANOMALIES: METHODOLOGY FOR CATALOGING. CASE OF VALENCIA

E. Barelles-Vicente[1,2,3], J. Llinares-Millán[1,2,3]
Dpto. Construcciones Arquitectónicas[1]; Universitat Politècnica de València[2]; ETS. Ingeniería de Edificación[3]

INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION

Tradicionalmente la conservación y restauración se ha referido principalmente a los edificios monumentales, y no fue hasta hace unas décadas que se amplió incluyendo los edificios residenciales de los centros históricos de las ciudades. Es fundamental extraer conclusiones de los defectos observados para evitar que las lesiones se vuelvan a repetir después de haber realizado una actuación de rehabilitación. Esto ha motivado la necesidad de estudiar las lesiones que se producen de forma más frecuente en las fachadas dentro de un contexto geográfico y ambiental concreto, con el fin de analizar los factores que afectan en su aparición y poder determinar las actuaciones necesarias para erradicarlos. Se presenta una metodología para el levantamiento visual de los daños más frecuentes en las fachadas. Se aplicó a un conjunto de edificios de la ciudad de Valencia y permitió la identificación de las principales lesiones presentes en las fachadas.

Traditionally, conservation and restoration have primarily focused on monumental buildings, and it was only a few decades ago that this scope was extended to include residential buildings in the historic centers of cities. It is essential to draw conclusions from observed defects to prevent their recurrence following rehabilitation efforts. This has driven the need to study the most common damages observed on facades within a specific geographic and environmental context, aiming to analyze the factors influencing their occurrence and determine the necessary interventions to address them. A methodology is proposed for the visual survey of the most frequent facade damages. This methodology was applied to a set of buildings in the city of Valencia, enabling the identification of the main damages present on the facades.

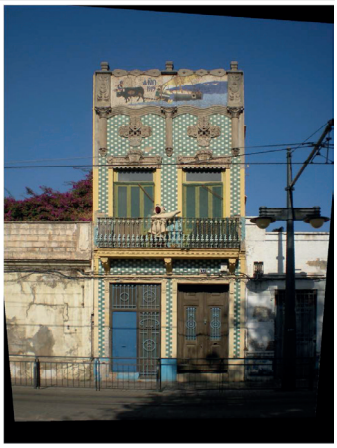


Imagen 1. Fachada con lesiones. Valencia
Image 1. Facade with damage. Valencia

OBJETIVOS

El objetivo general es determinar una metodología de toma de datos que nos permita recabar toda la información necesaria para establecer, en futuras investigaciones, una clasificación de cuáles son las lesiones más frecuentes en las fachadas y sus causas.
Objetivos específicos
Desarrollar una metodología mediante el empleo de fichas taxonómicas con las que poder crear, en primer lugar un catálogo de las fachadas con lesiones de edificios situados en Valencia, en atención a características constructivas y condicionantes ambientales de cada una de las zonas de Valencia seleccionadas para el estudio y en segundo lugar un catálogo de las lesiones, sus causas, situación en la fachada y gravedad.

OBJETIVES

The main objective is to determine a data collection methodology that allows us to gather all the necessary information to establish, in future research, a classification of the most common lesions in façades and their causes.
Specific Objectives:
To develop a methodology using taxonomic cads. This study also aims to develop a catalogue of facades with damages in buildings located in Valencia, taking into consideration the construction characteristics and environmental conditions specific to each selected area of the city. Additionally, a detailed catalogue of the damages will be created, including their causes, their location on the facade, and their severity.

DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA/ DEVELOPMENT OF THE METHODOLOGY

Fichas taxonómicas

La investigación persigue unos claros objetivos que han definido una metodología de trabajo muy concreta basada en un estudio de campo para el cual se han elaborado unas fichas taxonómicas de recogida de datos de las fachadas de los edificios a estudiar. La recogida de datos sistematizada en fichas permite recabar los datos de una forma normaliza y obtener resultados fácilmente. El estudio de cada fachada se recoge en varias fichas. La ficha de Datos Generales, la ficha de Mapeo y la ficha de las lesiones.

Taxonomic cards

The research pursues clear objectives that have defined a precise work methodology based on a field study. For this purpose, taxonomic data collection sheets have been prepared to document the facades of the buildings under study. Systematically collecting data in standardized forms ensures consistent data acquisition and facilitates obtaining results efficiently. Each facade is documented using several forms: the General Data form, the Mapping form, and the Damage form.



Imagen 2. Ficha Datos Generales
Image 2. General data card

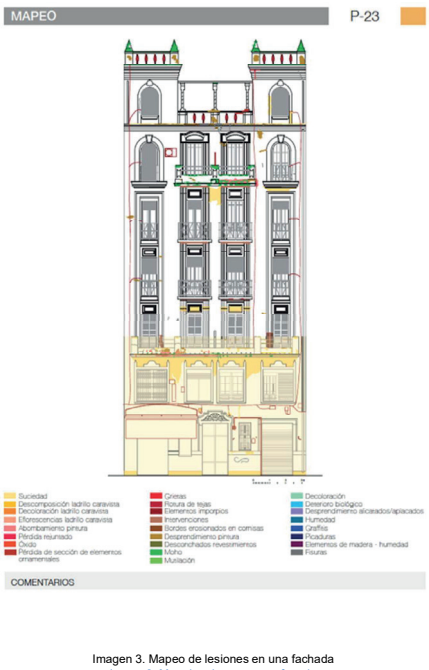


Imagen 3. Mapeo de lesiones en una fachada
Image 3. Mapping damage on a facade



Imagen 4. Ficha de lesiones, causas, nivel de gravedad y donde se localiza.
Image 4. Damage cards, causes, level of severity and location.

Ficha Datos Generales
Recoge la información identificativa del edificio cuya fachada se va a estudiar, su composición constructiva, una imagen y las lesiones que manifiesta y en qué área de la fachada.

General Data Card
It contains identifying information about the building whose façade is to be studied, its construction composition, an image and the lesions it shows and in which area of the façade

Ficha Mapeo de Lesiones
Se dibujan las diferentes lesiones con la misma superficie y en el lugar real donde se manifiestan.
Se le ha asignado un color a cada una de ellas y con ese color se representan en el plano.

Mapping Damage Card
The different lesions are drawn on the same surface and in the actual location where they appear. Each lesion has been assigned a colour and is represented in that colour on the map.

Ficha Diagnosis de Lesiones
Se identifican las lesiones. Se le asigna un código a cada una, seguido del color el barrio donde se sitúa la fachada.
Recoge en niveles la gravedad en función del porcentaje de superficie afectada, la localización y las causas.

Damage Diagnosis Card
The lesions are identified. Each one is assigned a code, followed by the colour of the neighborhood where the facade is located. It records the severity, location and causes.

CONCLUSIONES

El desarrollo de estas fichas taxonómicas ha permitido recopilar el levantamiento visual de las lesiones en las fachadas de los edificios.
La recogida de datos sistematizada en fichas permite recabar los datos de una forma normaliza y obtener resultados fácilmente.

CONCLUSIONS

The development of these taxonomic cards has made it possible to compile a visual survey of the lesions on the facades of buildings.
The systematic collection of data in cards allows the data to be collected in a standardized way and results to be obtained easily.

DETERIORO DE LA ENVOLVENTE: DESARROLLO DE FICHAS TAXONÓMICAS PARA SU IDENTIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO

DETERIORATION OF THE ENVELOPE: DEVELOPMENT OF TAXONOMIC CARDS FOR IDENTIFICATION AND DIAGNOSIS

Emma Barelles-Vicente
Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. E-mail: ebarelle@arq.upv.es
Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: ebarelle@arq.upv.es

Jaime Llinares-Millán
Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. E-mail: jllinares@csa.upv.es
Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: jllinares@csa.upv.es

Abstract

The building envelope consists of various elements made from a wide range of materials, which react differently to the environmental conditions surrounding the building. Many factors can contribute to a pathological state, including the impact of exterior environmental conditions, problematic building designs or materials, poor maintenance, modifications to the envelope, and inappropriate repairs, among others. An accurate assessment is crucial to understanding the pathological state and identifying the causes that led to it. The proposal involves the design and development of taxonomic cards, which allow for the compilation of all necessary information to diagnose the interactions causing damage to the building envelope. These cards will address all the aforementioned factors. The objective is to create a set of cards that encompass all the necessary aspects for assessing the building environment. The General Data card will include relevant information about the environment where the building is located, its construction characteristics, and a summary table detailing all the damage observed on its facade, including their locations. The card with the graphic survey of the facade and its injury mapping will serve as a visual complement to the General Data card, showing the location and extent of each damage. Finally, a third card will consist of a set of cards, one for each type of damage identified on the facade. Each of these cards will provide a detailed analysis of the corresponding injury. The overall conclusion is that these cards compile all the necessary information to assess the pathological state of a facade, and they can be applied in any geographical location. The collected data can also be integrated into a computerized database, enabling multiple analyses to draw conclusions about the useful life of facades.

Keywords
Taxonomic card, facade, damage, building, identification and diagnosis

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

DETERIORO DE LA ENVOLVENTE: DESARROLLO DE FICHAS TAXONÓMICAS PARA SU IDENTIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO

DETERIORATION OF THE ENVELOPE: DEVELOPMENT OF CARDS FOR IDENTIFICATION AND DIAGNOSIS

E. Barelles-Vicente[1,2,3], J. Llinares-Millán[1,2,3]
Dpto. Construcciones Arquitectónicas[1]; Universitat Politècnica de València[2]; ETS. Ingeniería de Edificación[3]

INTRODUCCIÓN

La envolvente de los edificios está compuesta por diversos elementos formados por una amplia gama de materiales, que reaccionan de manera diferente a las circunstancias medioambientales que les rodean. Son muchas las variables que les llevan a un estado patológico. El impacto de las condiciones medioambientales exteriores, fallos en el diseño o elección de los materiales, ausencia de mantenimiento, cambios en su envolvente, intervenciones inapropiadas, entre otros. La evaluación es esencial para conocer el estado patológico y las causas que lo han provocado. Se propone el diseño y desarrollo de fichas taxonómicas, que nos permitan la recopilación de toda la información necesaria para diagnosticar las interacciones que están causando las lesiones en la envolvente de los edificios.

INTRODUCTION

The building envelope is composed of various elements made up of a wide range of materials, which react differently to the surrounding environmental conditions. There are many variables that can lead to a pathological state. The impact of the external environmental conditions, design flaws or material selection, lack of maintenance, changes in the envelope, inappropriate interventions, among others, all contribute to this. Assessment is essential to understand the pathological state and the causes that have led to it. The design and development of taxonomic sheet is proposed, which will allow us to gather all the necessary information to diagnose the interactions that are causing damage in the envelope of buildings.

OBJETIVOS

El objetivo es el desarrollo de unas fichas para la recopilación de todos los aspectos necesarios para la evaluación de la envolvente de los edificios. Sus datos serán extrapolables a una Base de Datos Excel.
Los objetivos específicos son los siguientes:
-Diseñar una ficha de Datos Generales que incluya toda la información relevante del entorno el edificio, sus características constructivas y un cuadro resumen con todas las lesiones y su localización.
-Diseñar una ficha con el levantamiento gráfico de la fachada y su mapeo de lesiones. Constituye un complemento gráfico a la ficha de datos generales porque en ella se aprecia la ubicación y extensión de cada lesión.
-Diseñar una tercera ficha, que en realidad se trata de un conjunto de fichas, ya que de cada fachada habrá tantas como lesiones tenga. En cada una se analiza cada lesión a detalle.

OBJECTIVES

The objective is to the develop a set of cards that compile all the necessary aspects for assessing the building environment. The specific objectives are as follows:
-Design a General Data card: This card will include all relevant information about the building´s surroundings, its construction characteristics, and a table detailing the types of damage along with their locations.
-Design a Graphic Survey Card: This card will feature a graphic representation of the façade, including injury mapping. It serves as a visual complement to the General Data Card by illustrating the location and extent of each identified lesion.
-Design a Detailed Injury Analysis card: This will consist of a series of cards, with one card dedicated to each type od damage on the façade. Each card will provide a thorough analysis of the specific injury.

DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA/ DEVELOPMENT OF THE METHODOLOGY

En el diseño de las fichas se ha tenido en cuenta que su uso sea compatible en cualquier localización geográfica. Se ha diseñado un código identificativo de la fachada. Estará presente en todas las fichas, relacionando las que pertenecen a un mismo edificio. El contenido se ha desarrollado después de una minuciosa investigación de publicaciones relacionadas con el estudio patológico en edificios y el trabajo de campo en una zona concreta de la ciudad de Valencia. Con todo ello se han extraído los condicionantes que afectan de forma significativa al estado de conservación de las fachadas, sus características constructivas más comunes, las lesiones más frecuentes, las zonas que más lesiones manifiestan en las fachadas, en que nivel de gravedad y por último las causas más comunes.

In the design of the cards, consideration has been given to ensuring their compatibility for use in any geographical location. An identification code for the façade has been established, which will be uniformly applied across the other cards, linking those that belong to the same building. The content of these cards has been developed following a thorough investigation of publications related to the pathological study in buildings, complemented by fieldwork in a specific area of the city of Valencia. From this process, environmental conditions that directly affect the state of conservation of facades have been identified, along with the most common construction characteristics, frequent injuries, vulnerable areas on the facades, level of severity based, and finally, the most common causes.

Ficha de Datos Generales

Recoge la información identificativa del edificio cuya fachada se va a estudiar, su composición constructiva, una imagen y las lesiones que manifiesta y en qué área de la fachada.

General Data Card

It includes identifying information about the building whose façade is to be studied, details regarding its construction composition, an image of the façade and descriptions of the lesions present, specifying their locations.

Se han establecido siete zonas dentro de la fachada
Letra **Z**: se denominan las tres grandes áreas en las que se divide la fachada, zona en contacto con el suelo (**Z1**), antepecho cubierta (**Z2**) y zona central (**Z3**)
Letra **D**: se denominan los elementos singulares de la fachada, elementos salientes (**D1**), balcones (**D2**), esquinas, cantos, juntas y huecos (**D3**) e instalaciones (**D4**).

Seven zones have been established within the façade. Letter **Z**: This refers to the three large areas into which the façade is divided, the area in contact with the ground (**Z1**), the covered parapet (**Z2**) and the central area (**Z3**)
Letter **D**: This pertains to the singular elements of the façade, including protruding elements (**D1**), balconies (**D2**), corners, edges, joints and gaps (**D3**) and installations (**D4**).



Imagen 2. Ficha Datos Generales
Image 2. General data card

Código identificativo de la fachada. Se asigna un color y una letra a cada uno de los barrios.
Barrio (**letra**) – Fachada (**número**). Barrio (**color**)
Por ejemplo: **P**: Pechina (naranja) – fachada 23

Facade identification code. Each neighbourhood is designated a colour and a letter. The format is as follows: Neighbourhood (**letter**) – Façade (**number**).Neighbourhood (**colour**)
For example: **P**: Pechina (**orange**) – façade **23**

Información constructiva de la fachada.
Construction information of the facade.

Clasificación con 10 lesiones generales. Subdivididas en otras más concretas. (Imagen 5)
Nomenclatura compuesta por una **D** ya que identifica que se trata de un Defecto. Una segunda letra que identifica si se trata de una lesión física (**P**), química (**C**), mecánica (**M**) o se trata de otro tipo (**O**). Y un número que diferencia las distintas lesiones dentro del subgrupo anterior.

Classification with 10 general damages. Which are further subdivided into more specific ones. (Image 5)
Nomenclature consists of a **D,** indicating that it is a Defect, followed by a second letter that specifies the type damage: physical lesion (**P**), chemical (**C**), mechanical (**M**) or other types (**O**). A number is then assigned to differentiate the various damages within each subgroup.

Ficha de Mapeo de Lesiones

Se dibujan las diferentes lesiones con la misma superficie y en el lugar real donde se manifiestan.
Se le ha asignado un color a cada una de ellas y con ese color se representan en el plano.

Mapping Damage Card

The various damages are illustrated on the same surface, accurately reflecting their actual location. Each damage is assigned a specific color, which is represented on the map.

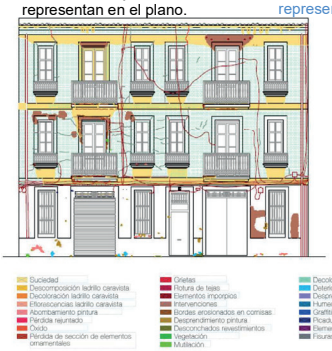


Imagen 3. Mapeo de lesiones en una fachada
Image 3. Mapping damage on a facade

Ficha Diagnosis Lesiones

Código que identifica la lesión y por color el barrio o zona geográfica.
Recoge la gravedad (nivel de deterioro), la localización en la fachada y las posibles causas.

Damage Diagnosis Card

Code that identifies the injury and color of the neighborhood. It includes the severity (level of deterioration), location on the facade and the possible causes.

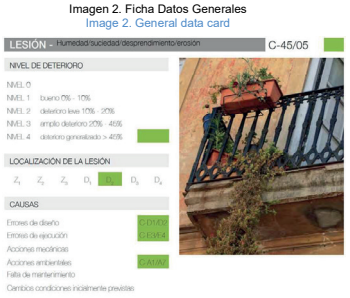


Imagen 4. Ficha de lesiones, causas, nivel de gravedad y localización.
Image 4. Damage cards, causes, level of severity and location.

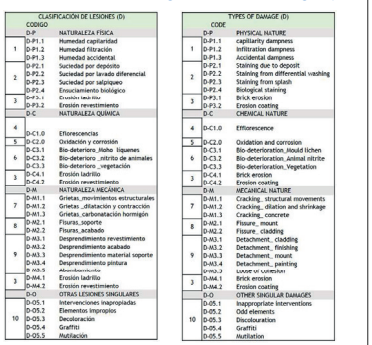


Imagen 5 Clasificación de lesiones.
Image 5. Classification of damage

CONCLUSIONES

Las fichas recopilan toda la información necesaria para hacer una evaluación del estado patológico de una fachada. Se puede emplear en cualquier ubicación geográfica. Sus datos son extrapolables a una base de datos informatizada.

CONCLUSIONS

The cards compile all the necessary information to evaluate the pathological condition of a façade. They can be utilized in any geographical location, and the data can be extrapolated to a computerized database.

TABAKALERA DONOSTIA. PATRIMONIO ENFOCADO COMO RESTAURACIÓN O TRASGRESIÓN

TABAKALERA DONOSTIA. HERITAGE APPROACHED AS RESTORATION OR TRANSGRESSION.

Pablo Palmero Sánchez
Architect. Assistant Professor Departament Architecturals Constructions; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia. E-mail: pablo.palmero@hotmail.com
Alejandro García Izquierdo
Technical Architect

Abstract

Tabakalera, situated in the heart of Donostia (Spain), has become one of the most debated projects in northern Spain due to its transformation into a major cultural landmark. Opinions on its remodelling have been divided, largely because the redesign as the International Centre for Contemporary Culture departs from traditional approaches to cultural heritage restoration.

The renovation focuses on creating a clean and adaptable interior, designed to provide flexible, spacious areas that enhance the surrounding urban environment. This space establishes direct connections between three key points in the city. Furthermore, the project highlights the architectural and typological significance of the building by incorporating conservation strategies that ensure structural integrity while minimizing invasive modifications.

Keywords
Tabakalera, Donostia, Renovation, Industrial, Building, Rehabilitation.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

TABAKALERA DONOSTIA. PATRIMONIO ENFOCADO COMO RESTAURACIÓN O TRASGRESIÓN

TABAKALERA DONOSTIA. HERITAGE APPROACHED AS RESTORATION OR TRANSGRESSION.

Palmero Sánchez P.[1]; García Izquierdo, A.[2]
Universitat Politècnica de València [1]; Cr.CO Edificación [2]

Introducción

La antigua Tabakalera ubicada en el casco urbano de Donostia (España) se ha convertido en una de las obras del norte de España que ha generado más disparidad de opiniones acerca de su remodelación para convertirse en una de las principales referencias culturales de la ciudad. Esto es debido a la reconversión del edificio en el Centro Internacional de Cultura Contemporánea, cuyas directrices principales de reforma no conectan con el concepto de rehabilitación del patrimonio cultural.



Imagen 1/ Image 1 Exterior fachada principal original. Exterior of the main façade before the intervention.



Imagen 2/ Image 2 Exterior fachada principal después de la intervención. Exterior of the main façade after the intervention.

Introduction

Tabakalera is located in the city centre of Donostia (Spain). It has become one of the works in northern Spain that has generated the greatest disparity of opinions about its remodelling to become one of the city's main cultural references. This is due to the reconversion of the building into the International Centre for Contemporary Culture, whose main reform guidelines do not connect with the concept of rehabilitation of cultural heritage.



Imagen 3 / Image 3 Detalle del nuevo volumen vidrio. Detail of the new glass volume.

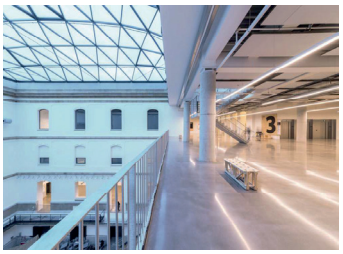


Imagen 4 / Image 4 Apertura de fachada hacia el nuevo patio. Opening of the interior façade towards the new courtyard

Historia

Diseñado por Mauro Serret entre 1886 y 1913, el edificio alcanzó su auge en la década de 1920 gracias a la mecanización de su producción. Su actividad se enmarca en el contexto de la Segunda Revolución Industrial (1888-1940). Para 1925, más de mil personas, en su mayoría mujeres, trabajaban en sus instalaciones. El edificio principal tiene una planta rectangular de 113×75 metros. En 2003, el Ayuntamiento de Donostia y el Gobierno Vasco adquirieron el inmueble para transformarlo en un centro internacional de cultura.





History

Designed by Mauro Serret between 1886 and 1913, the building reached its peak in the 1920s thanks to the mechanization of its production. Its activity was part of the context of the Second Industrial Revolution (1888-1940). By 1925, more than a thousand people, mostly women, were working in its facilities. The main building has a rectangular floor plan measuring 113×75 metres. In 2003, the Donostia City Council and the Basque Government acquired the building to transform it into an international cultural center.





Imagen 5-6 / Image 5-6. Imágenes exteriores Tabalakalera durante los años 1930. Exterior images of Tabalakalera during the 1930s.

Imagen 7-8 / Image 7-8. Imágenes interiores de las zonas de producción de Tabalakalera durante los años 1980. Interior images of the Tabalakalera production areas during the 1980s.

Obras de rehabilitación

Los trabajos de rehabilitación buscan dotar al interior del edificio de un diseño limpio y versátil, capaz de generar espacios amplios y flexibles que interactúen de manera activa con el entorno urbano.

El proyecto se articula en torno a cuatro intervenciones principales:
• **Zócalo perimetral:** Se crea un zócalo que realza el valor arquitectónico del edificio.
• **Volumen de vidrio:** Sobre el cuerpo central del edificio se levanta un nuevo volumen de vidrio, reforzando su simetría y funcionando como un faro urbano. Este espacio actúa como un mirador, conectando visualmente el mar, el ensanche urbano y el Palacio de Congresos del Kursaal.
• **Cubierta abovedada:** Se construye una cubierta de estructura espacial abovedada para cerrar el patio central, permitiendo la entrada de luz natural hasta la planta sótano.
• **Nuevo acceso:** En el sector norte del edificio se diseña un acceso en forma de "loggia", generando una nueva plaza urbana al nivel de la planta sótano. Este espacio conecta directamente tres puntos clave de la ciudad.

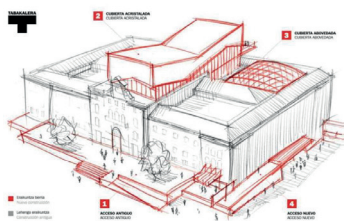
Además, el proyecto valora la importancia arquitectónica y tipológica del edificio, implementando estrategias de conservación que priorizan la coherencia constructiva y minimizan las intervenciones estructurales.

Rehabilitation work

The rehabilitation works aim to understand the interior of the building in a clean and versatile way, with the capacity to create flexible and wide spaces activating the urban environment.

The project is articulated around four main interventions:
• **Perimeter plinth :** A plinth is created that enhances the architectural value of the building
• **Glass volume:** A new glass volume is erected on the central body of the building, reinforcing its symmetry and functioning as an urban lighthouse. This space acts as a viewpoint, visually connecting the sea, the urban expansion and the Kursaal Conference Centre.
• **Vaulted roof:** A roof with a vaulted spatial structure is built to close off the central courtyard, allowing natural light to enter the basement.
• **New access:** In the northern sector of the building, an access in the form of a 'loggia' is designed, generating a new urban plaza at basement level.

This space directly connects three key points of the city. In addition, the project values the architectural and typological importance of the building, implementing conservation strategies that prioritise constructive coherence and minimize structural interventions.



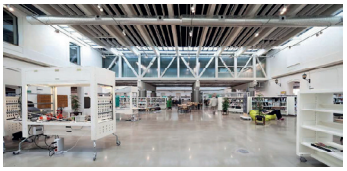
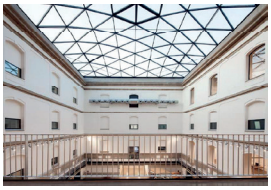




Imagen 9 / Image 9. Principales elementos de intervención del proyecto. Main intervention elements of the project.
Imagen 10 / Image 10. Cubierta del edificio después de la obra. Roof of the building after the work
Imagen 11 / Image 11. Nuevos espacios de coworking e investigación. New coworking and research spaces







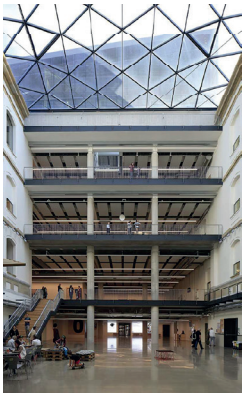


Imagen 12-15 / Image 12-5.
Ejecución de las obras principales de mejora y rehabilitación del patio principal y los accesos del edificio.
Execution of the main works of improvement and rehabilitation of the main courtyard and the accesses to the building.

Conclusiones

La rehabilitación del patrimonio arquitectónico siempre camina sobre una fina línea entre la conservación y la trasgresión. En este caso, se consigue una revitalización paisajística del frente fluvial mediante la regeneración de espacios en desuso. Pese a ello, se desarrollan algunas intervenciones drásticas que denotan una clara intención de romper con el pasado. El vaciado de los patios, las modificaciones de escaleras, fachadas y huecos interiores son algunos de los ejemplos. Tabakalera es un claro ejemplo del esfuerzo por integrar la sociedad actual en la cultura.

Conclusions

The rehabilitation of architectural heritage always walks a fine line between conservation and transgression. In this case, a landscape revitalization of the riverfront is achieved through the regeneration of disused spaces. Despite this, some drastic interventions are developed in the building that denote a clear intention to break with the past. The emptying of the courtyards, the modification of staircases, facades and interior openings are some of the examples. Tabakalera is a clear example of the effort to integrate today's society into culture.

Bibliografía / Bibliography Texto e Imágenes 1,2,3,5,6,7,8,9, 11 Tabakalera.eus www.tabakalera.eus/es/quienes-somos/el-edificio. Imágenes 4 y 10 Montero Arquitectos (2015) www.monteroarquitectos.com. Textos y reflexiones, Jon Esnaola Egaña (2017) Revista Cercha Nº 131. Imagen 12, Empresa Lanik (2017). Imagen 13,14 Empresa Harri (2015). Imagen 15, Revista ON Diseño Nº 359 (2016). Texto y reflexiones, Iñaki Uriarte (2016) Artículo "Tabakalera Donostia. Un patrimonio desfigurado", Diario Gara 2016.

LA VIVIENDA SOCIAL COMO PATRIMONIO MODERNO: EL CASO DEL GRUPO "ANTONIO RUEDA"

SOCIAL HOUSING AS MODERN HERITAGE: THE CASE OF THE "ANTONIO RUEDA" GROUP

Graziella Bernardo
Researcher and professor in Architectural Engineering at the Department for Humanistic, Scientific, and Social Innovation.Dipartimento per l'Innovazione Umanistica, Scientifica e Sociale - D.I.U.S.S.Università degli Studi della Basilicata, Matera, Italia. Emai: graziella.bernardo@unibas.it
Luis Manuel Palmero Iglesias
Researcher and professor in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València, Building Engineer, Master in Concrete Engineering, PhD by the UPV and Università of Florence, Italy.Dr.h.C. by Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture. E-mail:lpalmero@csa.upv.es
Jorge Luis García Valldecabres
Researcher and professor in the Department of Architectural Design; Universitat Politècnica de València, PhD Architect.

Abstract

The "Antonio Rueda" Group, was a project concentrated in a limited income housing estate, designed by the architects V. Valls, J. García Sanz and L. Mares, designed in 1965 and built between 1969-1970, with a total of 1,002 homes, being one of the last interventions carried out by the Obra Sindical del Hogar in the city of Valencia. The idea was to create, as happened in other countries, with the closest case of Italy, a housing complex for the less affluent social classes following the formal resources of the architecture of the Modern Movement.

Keywords
Social housing, construction typologies, innovative materials, modern architecture heritage.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

LA VIVIENDA SOCIAL COMO PATRIMONIO MODERNO: EL CASO DEL GRUPO "ANTONIO RUEDA"

SOCIAL HOUSING AS MODERN HERITAGE: THE CASE OF THE "ANTONIO RUEDA" GROUP

Bernardo, G.[4]; Palmero Iglesias, L.[1,2,3], García Valldecabres, J.[1,2,3];
Dpto. Construcciones Arquitectónicas[1]; Universitat Politècnica de València[2]; ETS. Ingeniería de Edificación[3] ; Università degli Studi della Basilicata [4]

Introducción

El Grupo "Antonio Rueda", fue un proyecto concentrado en un polígono de renta limitada de viviendas, obra de los arquitectos V. Valls, J. García Sanz y L. Mares, proyectado en 1965 y construido entre 1969-1970, con un total de 1.002 viviendas, siendo una de las últimas intervenciones realizadas por la Obra Sindical del Hogar en la ciudad de Valencia. La idea era crear, como sucedía en otros países, con el caso más cercano de Italia, un complejo de viviendas para las clases sociales menos pudientes siguiendo los recursos formales de la arquitectura del Movimiento Moderno.

Introduction

The "Antonio Rueda" Group, was a project concentrated in a limited income housing estate, designed by the architects V. Valls, J. García Sanz and L. Mares, designed in 1965 and built between 1969-1970, with a total of 1,002 homes, being one of the last interventions carried out by the Obra Sindical del Hogar in the city of Valencia. The idea was to create, as happened in other countries, with the closest case of Italy, a housing complex for the less affluent social classes following the formal resources of the architecture of the Modern Movement.



Imagen 1/ Image 1 Portadas de artículos sobre la OSH en Cuadernos de Arquitectura y Urbanismo 105 (1974). Covers of articles about the OSH in Cuadernos of Architecture and Urbanism 105 (1974).

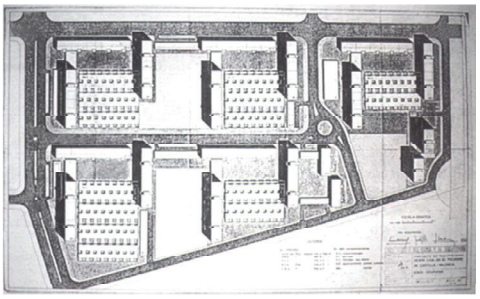


Imagen 1/ Image 2 Planimetría de conjunto del complejo Grupo Antonio Rueda. Overall planimetry of the Antonio Rueda Group complex



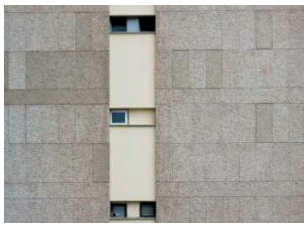
Imagen 3 / Image 3 Fotografía de época con las casas patio a la izquierda. Vintage photograph with the courtyard houses on the left.

Es justo para entender mejor los acontecimientos de aquellos años volver la vista atrás y analizar dónde se sitúa la política del llamado desarrollismo español, una circunstancia que tiene lugar en la década de finales de los años 50. En esa época España trataba de salir de una situación de letargo social y económico después del periodo bélico que fue la guerra civil española, (1936 a 1939), la cual dejó a España en una situación de miseria, faltaban alimentos, no había recursos energéticos y era evidente un deterioro constructivo generalizado y un atraso tecnológico.

Este boom de crecimiento edilicio tenía una explicación lógica y no era otra que el modelo "aperturista" promulgado por el gobierno hacia una nueva sociedad de progreso supuso, al igual que en otros países vecinos, una emigración masiva del campo a la ciudad para trabajar en las industrias y fábricas recién fundadas. En este caso, era una reacción inmediata y no nueva, el precedente más significativo fue Inglaterra cuando después de la revolución industrial y antes incluso de construir las viviendas sociales para los trabajadores que constituirían los barrios obreros, estos pasaban a vivir en las propias dependencias fabriles. En el caso de España, con un modelo industrial apenas significativo o dependiente en muchos casos de la respuesta extranjera, se demandaba de forma inmediata la construcción de miles de viviendas, ya que se estaban conformando multitud de barrios de chabolas en las periferias urbanas donde se encontraban las fábricas.

In order to better understand the events of those years, we look back and analyse where the policy of so-called Spanish developmentalism was established and which took place in the decade of the late 1950s. At that time, Spain was trying to emerge from a situation of social and economic lethargy after the Spanish Civil War (1936 to 1939), which left Spain in a situation of misery, shortage of food, lack of energy resources and a generalised deterioration in construction and technological backwardness.

This "boom" had a logical explanation namely that of "aperturist", a model introduced by the government towards a new society of progress. This implied (as in other neighbouring countries), a massive emigration from the countryside to the city to work in the newly founded industries and factories. In this case, it was an immediate reaction and not a new one, the most significant precedent being England when, after the industrial revolution and even before building the social housing for the workers that would constitute the workers' quarters, they began to live in the factories themselves. In the case of Spain, with a barely significant industrial model or dependent in many cases on foreign response, there was an immediate demand for the construction of thousands of dwellings, as a multitude of shantytowns were being built on the outskirts where the factories were located.





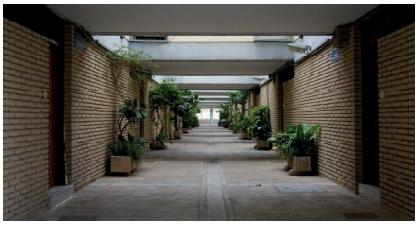
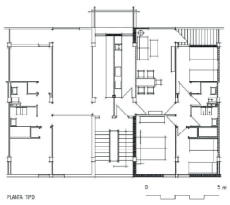


Imagen 4-7 / Image 4-7. Diferentes imágenes de los diversos edificios que forma el Grupo Antonio Rueda. Different images of the various buildings that form the Antonio Rueda Group.





	Category	Type	N° of housing	Total housing
Housing	3ª Category	A8-3	560	830
		A4-3	174	
		A2-4	96	
	2ª Category	B2-3		128
	1ª Category	C12-4		44
			Total	**1.002**

Imagen 8-9/ Image 8-9. Uno de los tipos de viviendas y un cuadro de las diferentes categorías y las superficies de cada una. One of the types of dwellings and a table of the different categories and surfaces of each.

Conclusiones

En los últimos años se han encadenado una serie de acontecimientos, algunos ciertamente inesperados como el Covid-19, y otros en los cuales, expertos y profesionales no han sabido reaccionar con eficacia a plantear alternativas viables que suponga mejoras espaciales, en relación a tiempo y costos. En la actualidad tenemos, bien en España que en Italia, una serie de complejos edilicios existentes muy importantes, de valor patrimonial y arquitectónico que reclaman nuestra atención para, no solo una puesta en valor mediante el mantenimiento sino también como alternativa frente a nuevas propuestas como por ejemplo la adaptabilidad y usos de esos espacios o la sostenibilidad y el ahorro energético cuestiones que demandan los nuevos propietarios en una sociedad que muda constantemente. Tener en cuenta estos edificios proyectados con un sentido y criterio arquitectónico ya es un valor de partida.

Conclusions

In recent years, a series of events have been chained, some certainly unexpected such as Covid-19, and others in which experts and professionals have not been able to react effectively to propose viable alternatives that involve spatial improvements, in relation to time and costs. At present we have, either in Spain or in Italy, a series of very important existing building complexes, of heritage and architectural value that demand our attention for, not only a value through maintenance but also as an alternative to new proposals such as the adaptability and uses of these spaces or sustainability and energy saving issues demanded by the new owners in a society that constantly changes. Taking into account these buildings projected with a sense and architectural criterion is already a starting value.

Bibliogarfia / Bibliography Mares, Valls y García Sanz. (1973). "Grupo "Antonio Rueda" de 1.002 viviendas en Valencia." En Hogar y Arquitectura, 106 (número de mayo y junio). Bernardo, G. (2021) Vitruvio International Journal of Architectural Technology and Sustainability. Fotografías (2y•) de Jorge García Valledacabres. Imagen 4-8 Docomomo Iberico, Tronconi Michavila. Imagen 9 Bernardo, G.

LA LUZ COMO RECURSO NATURAL EN ÁMBITO RELIGIOSO. COMPLEJO SAN PEDRO MÁRTIR DE FISAC, M.

LIGHT AS A NATURAL RESOURCE IN THE RELIGIOUS SPHERE. SAN PEDRO MÁRTIR DE FISAC COMPLEX, M.

Graziella Bernardo
Researcher and professor in Architectural Engineering at the Department for Humanistic, Scientific, and Social Innovation.Dipartimento per l'Innovazione Umanistica, Scientifica e Sociale - D.I.U.S.S.Università degli Studi della Basilicata, Matera, Italia. Emai: graziella.bernardo@unibas.it
Luis Manuel Palmero Iglesias
Researcher and professor in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València, Building Engineer, Master in Concrete Engineering, PhD by the UPV and Università of Florence, Italy.Dr.h.C. by Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture. E-mail:lpalmero@csa.upv.es
Suzanne Sigeur
Architetct. Doctoral School; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia
Professor Planning and Land Management Department.Universidad Tecnológica Metropolitana,4. Santiago de Chile, Chile. E-mail:susevil1@doctor.upv.es
Natalia Caicedo Llano
PhD Architect. Planning and Land Management Department.Universidad Tecnológica Metropolitana,4. Santiago de Chile, Chile. Email: ncaicedo@utem.cl

Abstract

Light is the physical agent that allows objects to be visible just like radiation, natural lighting presents great benefits and advantages for people; it is also directly related to well-being and health. Well-lit spaces bring feelings of joy and satisfaction to their users, even our spatial perception changes when we "see them", perceiving them as more spacious. In architecture, the treatment of lighting represents an obligatory and detailed study to create compositional solutions that achieve comfort and visual satisfaction. Architecture is the wise, correct and magnificent play of volumes under the light... proclaimed Le Corbusier. A suitably lit space and appropriate lighting depending on the orientation can serve as an effective architectural resource in the project. On the other hand, light pollution can generate tensions and harmful situations. In the religious architecture of modern architecture, its architects had a special concern in the relationship between natural light and space. Possibly projecting thinking of the Gothic cathedrals where the light penetrated in communion with the spirituality of the moment and the space must have been a receiver of inner peace and recollection.

Keywords
Natural light, architectural resource, Fisac M., modern religious architecture

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

LA LUZ COMO RECURSO NATURAL EN ÁMBITO RELIGIOSO. COMPLEJO SAN PEDRO MÁRTIR DE FISAC, M.

LIGHT AS A NATURAL RESOURCE IN THE RELIGIOUS SPHERE. SAN PEDRO MÁRTIR DE FISAC COMPLEX, M.

Bernardo, G.[1]; Palmero Iglesias, L.[2,3]; Segeur Suzanne. [3,4] ; Caicero, N.
DIUSS Università della Basilicata [1]; Construcciones Arquitectónicas[2]; Universitat Politècnica de València[3]; ETS. Ingeniería de Edificación[4]; Escuela de Doctorado_UPV[5]; PYOT Utem4 [5]

INTRODUCCIÓN: ILUMINACIÓN NATURAL. ASPECTOS ARQUITECTÓNICOS

La luz es el agente físico que permite que los objetos sean visibles al igual que la radiación, la iluminación natural presenta grandes beneficios y ventajas para las personas; asimismo está directamente relacionada con el bienestar y la salud. Los espacios bien iluminados, aportan sensaciones de alegría y satisfacción a sus usuarios, incluso nuestra percepción espacial cambia al "verlos", percibiéndoles como de mayor amplitud. En arquitectura, el tratamiento de la iluminación, representa un obligado y detallado estudio para realizar soluciones compositivas, que alcance el confort y satisfacción visual. *Arquitectura es el juego sabio, correcto y magnífico de los volúmenes bajo la luz...* proclamaba Le Corbusier. Un espacio convenientemente iluminado y una iluminación apropiada en función de la orientación, puede servir recurso arquitectónico eficaz en el proyecto. En cambio, la contaminación lumínica, pueden generar tensiones y situaciones perjudiciales. En la arquitectura religiosa de la arquitectura moderna sus arquitectos, tuvieron una especial preocupación en la relación de luz natural y espacio. Posiblemente proyectando pensando en las catedrales góticas donde la luz penetraba en comunión con la espiritualidad del momento y el espacio debía de ser un receptor de paz interior y recogimiento.

La arquitectura de Miguel Fisac parte de la concepción filosófica de Tao-Te-Ching (s. VI a C.) dónde se define el espacio acotado como "cuatro paredes y un techo no son arquitectura, sino el aire que queda dentro". Fisac asume este lenguaje arquitectónico y lo adapta a la arquitectura religiosa como "*un trozo de aire sagrado*". Artista con unas convicciones religiosas muy profundas, creará sus iglesias buscando una sacralización del espacio mediante la utilización de los materiales y su iluminación. Su obra presenta rasgos modernos, racionalistas y expresionistas, donde su faceta de arquitecto avanzaba al mismo tiempo que su faceta como inventor, dando origen a una obra completamente personal.

INTRODUCTION: NATURAL LIGHTING. ARCHITECTURAL ASPECTS

Light is the physical agent that allows objects to be visible just like radiation, natural lighting presents great benefits and advantages for people; it is also directly related to well-being and health. Well-lit spaces bring feelings of joy and satisfaction to their users, even our spatial perception changes when we "see them", perceiving them as more spacious. In architecture, the treatment of lighting represents an obligatory and detailed study to create compositional solutions that achieve comfort and visual satisfaction. Architecture is the wise, correct and magnificent play of volumes under the light... proclaimed Le Corbusier. A suitably lit space and appropriate lighting depending on the orientation can serve as an effective architectural resource in the project. On the other hand, light pollution can generate tensions and harmful situations. In the religious architecture of modern architecture, its architects had a special concern in the relationship between natural light and space. Possibly projecting thinking of the Gothic cathedrals where the light penetrated in communion with the spirituality of the moment and the space must have been a receiver of inner peace and recollection.

Miguel Fisac's architecture is based on the philosophical conception of Tao-Te-Ching (6th century BC) where the bounded space is defined as "four walls and a roof are not architecture, but the air that remains inside". Fisac takes on this architectural language and adapts it to religious architecture as "a piece of sacred air". An artist with very deep religious convictions, he created his churches seeking a sacralization of the space through the use of materials and lighting. His work has modern, rationalist and expressionist features, where his facet as an architect advanced at the same time as his facet as an inventor, giving rise to a completely personal work.

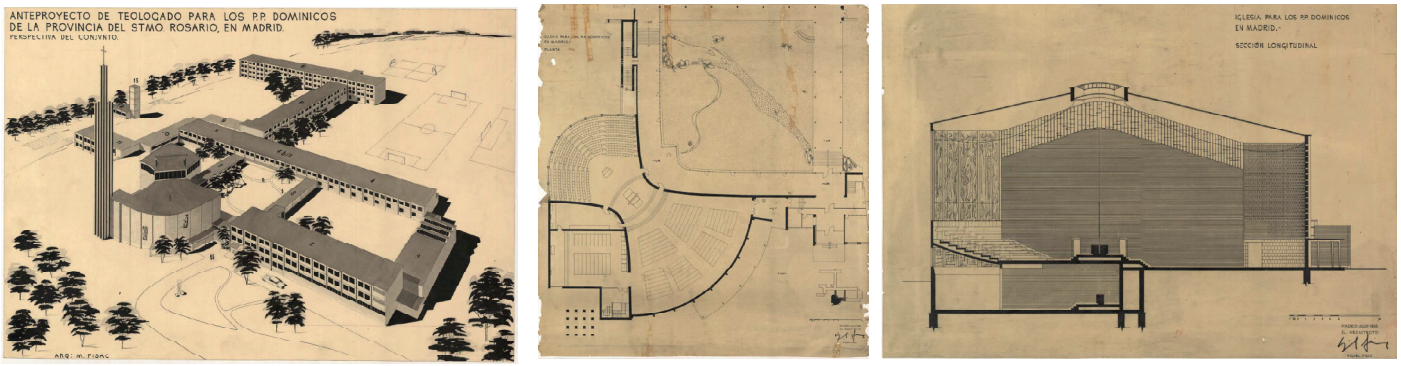


Fig. 1 a 3, imagen del conjunto y planimetría del complejo de San pedro Mártir, PP Dominicos, Madrid. Arquitecto Miguel Fisac, 1955-60. Fuente: Fundación M.,Fisac
Fig. 1 to 3, image of the complex and plan of San Pedro Mártir, PP Dominicos, Madrid. Architect Miguel Fisac, 1955-60. Source: Fundación M.,Fisac

Los fundamentos del espacio dinámico ya están patentes en esta iglesia de convexos muros de ladrillo rudo y muy texturado por la llaga rehundida, y techo de madera suavemente curvado hacia el centro, así como la forma de utilizar la luz y el color persiguen el mismo objetivo cinético y adquieren un papel protagonista con decidido "*crescendo*" hacia el centro. El muro del fondo de la nave, por donde accede el público, está perforado por una retícula de ladrillos vítreos en distintos tonos de azul, y van pasando de los tonos fríos azulados a los cálidos dorados según se aproximan al altar. En cambio, el fondo del coro es todo él una gran vidriera de tonos rojos, que aluden al martirio de San Pedro y que fue realizada por el vitralista austriaco Adolfo Winterlich, Fisac emplea tonos rojos en un escenario imaginario de potencia sensual. La capilla del sagrario, más baja y de planta cuadrada, es un espacio de recogimiento confiado a intensos tonos ámbar que producen un efecto monocromático y una sensación de misterio.

The fundamentals of dynamic space are already evident in this church with convex walls of rough brick and highly textured by the sunken sore, and a wooden roof gently curved towards the centre, as well as the way of using light and colour that pursue the same kinetic objective and take on a leading role with a decisive "crescendo" towards the centre. The wall at the back of the nave, through which the public enters, is pierced by a grid of vitreous bricks in different shades of blue, and they go from cold bluish tones to warm gold as they approach the altar. On the other hand, the back of the choir is all a large stained glass window of red tones, which allude to the martyrdom of Saint Peter and which was made by the Austrian stained glass artist Adolfo Winterlich, Fisac uses red tones in an imaginary scenario of sensual power. The chapel of the tabernacle, lower and with a square floor plan, is a space of recollection entrusted to intense amber tones that produce a monochromatic effect and a sense of mystery.

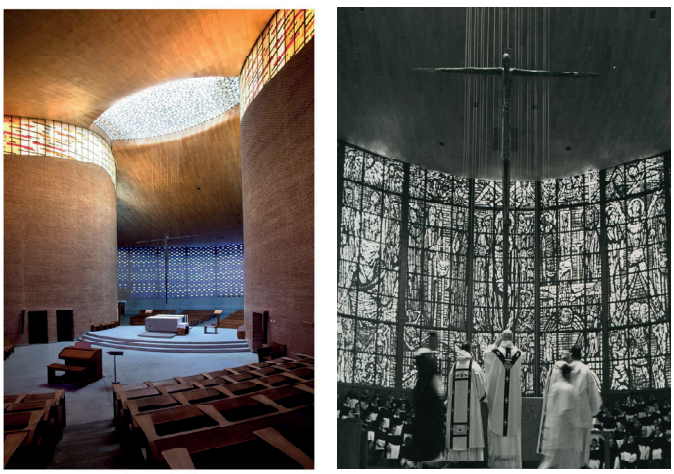


Fig. 4 a 7, imagen del interior de San Pedro Mártir, Arq. Miguel Fisac, 1955-60. Fuente DOCOMOMO Ibérico.
Fotografías L. Argüelles

DELGADO ORUSCO, Eduardo, "Las iglesias de Miguel Fisac", en FERNÁNDEZ COBIsan *Arquitecturas de lo sagrado, Memoria y royecto*, 2009, Netbiblio, HURTADO TORÁN, E., CANOSA BENÍTEZ, S. "Convento, teologado e iglesia de San Pedro Mártir de los Padres Dominicos", en SERVICIO HISTÓRICO COAM, coord., *Arquitectura de Madrid. Periferia*, tomo 3, Fundación Arquitectura COAM/Comunidad de Madrid/Ayuntamiento de Madrid/Fundación Caja Madrid, Madrid, 2007. Otras fuentes: Docomomo Iberico y Fundación Fisac, Madrid.

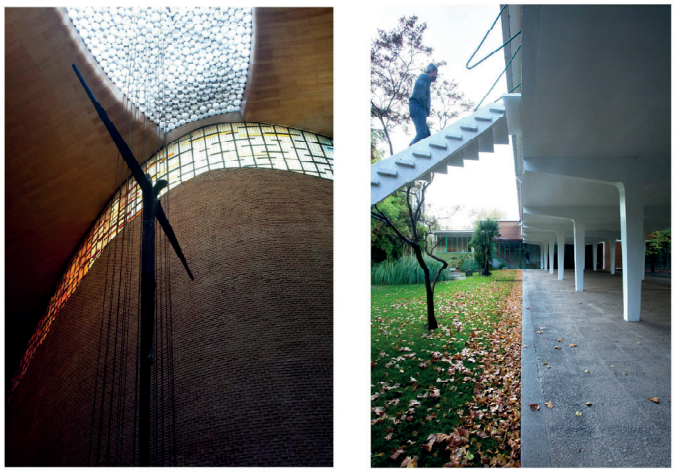


Fig. 4 to 7, image of the interior of San Pedro Mártir, Miguel Fisac, 1955-60. Source: Iberian DOCOMOMO.
Photo. L. Argüelles

DELGADO ORUSCO, Eduardo, "Las iglesias de Miguel Fisac", in FERNÁNDEZ COBIsan Arquitecturas de lo sagrado, Memoria y royecto, 2009, Netbiblio. HURTADO TORÁN, E., CANOSA BENÍTEZ, S. "Convent, theologate and church of San Pedro Mártir de los Padres Dominicos", in SERVICIO HISTÓRICO COAM, coord., Arquitectura de Madrid. Periferia, tomo 3, Fundación Arquitectura COAM/Comunidad de Madrid/Ayuntamiento de Madrid/Fundación Caja Madrid, Madrid, 2007. Other sources: Docomomo Iberico and Fundación Fisac, Madrid.

ESTUDIOS PREVIOS PARA LA MUSEALIZACIÓN DE LA KASBAH DE TAURIRT EN OUARZAZATE, MARRUECOS

PRELIMINARY STUDIES FOR THE MUSEALIZATION OF THE KASBAH OF TAOURIRT IN OUARZAZATE, MOROCCO

Teresa Gil-Piqueras
Senior Lecturer, PhD UPV. tgil@ega.upv.es
LevARQ Research Group - Center of Architecture, Heritage and Management Research for Sustainable Development – PEGASO; ETSIE - Universitat Politècnica de València.

Pablo Rodríguez-Navarro
Senior Lecturer, PhD UPV. rodriguez@upv.es
LevARQ Research Group - Center of Architecture, Heritage and Management Research for Sustainable Development – PEGASO; ETSIE - Universitat Politècnica de València.

Abstract

The objective of this research was to contribute to the development of the musealization project of a part of the Kasbah of Taourirt, located in the province of Ouarzazate (Morocco), with the aim of contributing to the knowledge and dissemination of the culture of the pre-Saharan valleys. The Kasbah of Taourirt is a historic fortified residence, originating from the 17th century. In the 19th century, thanks to the Glaoui, it became a significant place in the region. After being abandoned in the mid-20th century, it began to deteriorate, reaching a state of advanced ruin in some parts. In 1980, part of it became the headquarters of CERKAS (Center for the Conservation and Rehabilitation of the Architectural Heritage of the Atlas and Sub-Atlas), which in 1990, thanks to aid from UNESCO, contributed to its restoration and conservation. Today, it is a site visited by many tourists. The defensive, residential, religious, and social character always accompanies these unique constructions. They involve indigenous materials from their immediate surroundings, such as earth, wood, and, of course, water. The simplicity of the material contrasts with the impressive results, both in terms of integration with the landscape and in response to particular needs in a hostile climate. Thus, with the combination of these primary materials, different construction techniques emerge, and from the needs of use, different architectural typologies arise that stand out for their functionality, plasticity, and great beauty. Our contribution focused, on the one hand, on the development of the graphic documentation of the parts of the kasbah to be musealized and, on the other hand, on contributing with our research experience in the documentation and dissemination of earthen architecture in southern Morocco.

Keywords:

Earth architecture, Kasbah, graphic survey, Defensive Architecture.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

ESTUDIOS PREVIOS PARA LA MUSEALIZACIÓN DE LA KASBAH DE TAURIRT EN OUARZAZATE, MARRUECOS

PRELIMINARY STUDIES FOR THE MUSEALIZATION OF THE KASBAH OF TAOURIRT IN OUARZAZATE, MOROCCO

Teresa Gil Piqueras, Pablo Rodríguez Navarro
Grupo LevARQ, Centro de Investigación PEGASO, E.T.S. Ingeniería de Edificación, Universitat Politècnica de València



El objetivo de la investigación es contribuir al desarrollo del proyecto de musealización de una parte de la *kasbah* de Taurirt, situada en la provincia de Ouarzazate (Marruecos), con el objeto de contribuir al conocimiento y difusión de la cultura de los valles presaharianos.

Nuestra aportación se centró, por un lado, en el desarrollo de la parte grafica y, por otro, en contribuir con nuestra experiencia investigadora en la parte de difusión de la arquitectura de tierra del sur de Marruecos.

The objective of the research is to contribute to the development of a musealization project for a part of the kasbah of Taurirt, located in the province of Ouarzazate (Morocco), with the aim of contributing to the knowledge and dissemination of the culture of the pre Saharan valleys.

Our contribution focused, on the one hand, on the development of the graphic part and, on the other, on contributing with our experience in the study of earthen architecture in southern Morocco.



Área a musealizar

Area to be musealized

La propuesta museística incluye:
1. Geografía de la región sahariana
2. Historia
3. Antropología y etnología sahariana
4 Arquitectura de la Tierra
5. Gran mapa del desierto sahariano
6. viajeros
7. Rutas comerciales
8. Rutas de las kasbahs
9. Ouarzazate
10. Futuro

The museological proposal includes:
1. Geography of the Saharan region
2. History
3. Saharan anthropology and ethnology
4. Earthen architecture
5. Large map of the Saharan desert
6. Travelers
7. Trade routes
8. Kasbah routes
9. Ouarzazate
10 Future

PLANTA DE LA KASBAH DE TAURIRT, OUARZAZATE (MARRUECOS)
FLOOR PLAN OF THE KASBAH OF TAURIRT, OUARZAZATE (MOROCCO)



Fachada principal de la Kasbah de Taurirt
Main Facade of the Kasbah of Taourirt

La Kasbah de Taourirt es una histórica residencia fortificada, cuyo origen data del siglo XVII. Durante el siglo XIX, gracias a los Glaoui, se convirtió en un lugar relevante en la región. Tras ser abandonada a mediados del siglo XX, comenzo su deterioro, llegando al estado de ruina avanzada en algunas de sus partes. En 1980, una parte de ella se convirtió en sede del CERKAS (Centro de Conservación y Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico Atlas y Subatlásico), quien en 1990, gracias a una ayuda de la UNESCO, contribuyó a su restauración y conservación. Hoy en día es un sitio visitado por muchos turistas.

The Kasbah of Taourirt is a historic fortified residence, originating from the 17th century. During the 19th century, thanks to the Glaoui, it became a significant place in the region. After being abandoned in the mid-20th century, it began to deteriorate, reaching a state of advanced ruin in some parts. In 1980, part of it became the headquarters of CERKAS (Center for the Conservation and Rehabilitation of the Architectural Heritage of the Atlas and Sub-Atlas), which in 1990, thanks to aid from UNESCO, contributed to its restoration and conservation. Today, it is a site visited by many tourists



Vistas del interior de la Kasbah y del valle del Draa desde una de sus azoteas
Views of the interior of the Kasbah and the Draa Valley from one of its rooftops



Estancias interiores
Detalle de techos

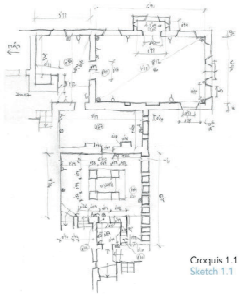
Interior rooms
Detail of ceilings

Dentro de todas las temáticas del museo, en nuestro caso adquiere una gran relevancia la arquitectura de tierra, una de las grandes riquezas culturales que posee Marruecos. El carácter defensivo, habitacional, religioso y social acompaña siempre a estas construcciones tan singulares. En ellas intervienen materiales autóctonos de su entorno más inmediato, como la tierra, la madera y, por supuesto, el agua. La simplicidad del material contrasta con los impresionantes resultados, tanto a nivel de integración con el paisaje como de respuesta a necesidades particulares en un clima hostil. Así, con la combinación de estos materiales primarios surgen diferentes técnicas constructivas, y de las necesidades del uso se derivan distintas tipologías arquitectónicas que destacan por su funcionalidad, plasticidad y gran belleza.

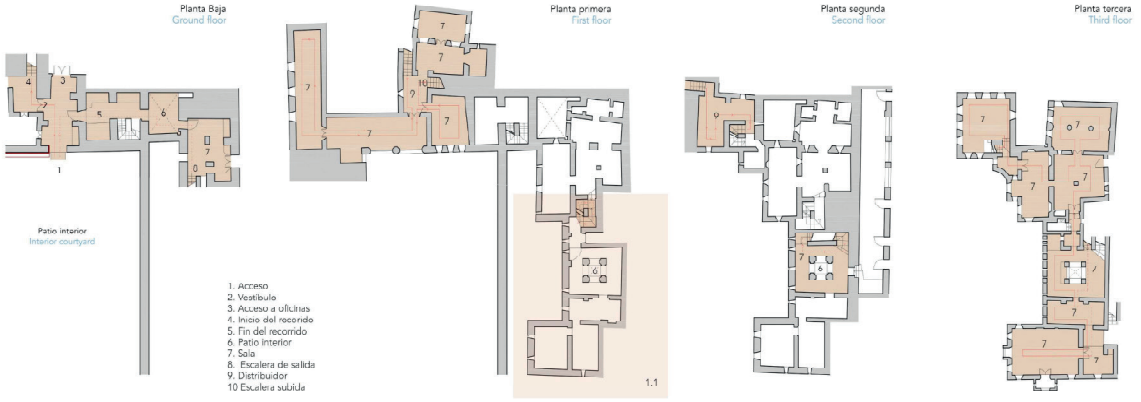
Among all the themes of the museum, in our case, earthen architecture acquires great relevance, being one of the great cultural riches of Morocco. The defensive, residential, religious, and social character always accompanies these unique constructions. They involve indigenous materials from their immediate surroundings, such as earth, wood, and, of course, water. The simplicity of the material contrasts with the impressive results, both in terms of integration with the landscape and in response to particular needs in a hostile climate. Thus, with the combination of these primary materials, different construction techniques emerge, and from the needs of use, different architectural typologies arise that stand out for their functionality, plasticity, and great beauty.

El trabajo se inició con el levantamiento del área a musealizar, empleando en una primera fase de estudio el método de levantamiento directo. El resultado es una documentación detallada de las estructuras objeto de musealización, necesaria para la realización de la propuesta de actuación.

The work began with the survey of the area to be musealized, using the direct survey method in the first phase of the study. The result is a detailed documentation of the structures to be musealized, necessary for the preparation of the action proposal.



Croquis 1.1
Sketch 1.1



©2025, ETS de Ingeniería de Edificación, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA - 176

CATALOGAZIONE E DOCUMENTAZIONE DELLE TORRI CAMPANARIE CON CUSPIDI IN MATTONI A CUNEO IN CERAMICA IN SICILIA

CATALOGUING AND DOCUMENTATION OF BELL TOWERS WITH SPIRES IN CERAMIC WEDGE-SHAPED BRICKS IN SICILY

Gloria Russo
PhD student in "Defense against natural risks and ecological transition of built environment", Department of Civil Engineer and Architecture (DICAr), University of Catania (UNICT), via Santa Sofia, 64, 95123 Catania, Italia.
Research group of the Laboratory for Architectural Photogrammetry and Surveying "Luigi Andreozzi" (FARLab), DICAr, UNICT; Research group of Laboratory for Survey, Representation and Digital Reconstruction (R3D), Museo della Rappresentazione (MuRa), DICAr, UNICT. E-mail: gloria.russo@phd.unict.it

Mariateresa Galizia
Associate Professor at the Department of Civil Engineering and Architecture (DICAr), University of Catania (UNICT), via Santa Sofia, 64, 95123 Catania, Italia. PhD in Drawing and surveying of building heritage.
Scientific Responsible of the Museo della Rappresentazione (MuRa), DICAr, UNICT; director of the Laboratory for Architectural Survey and Diagnostics (RDA) in which she participates in the research activities of the Architectural Photogrammetry and Surveying section "Luigi Andreozzi" (FARLab), DICAr, UNICT. E-mail: mariateresa.galizia@unict.it

Michele Mangiameli
Researcher at the Department of Civil Engineering and Architecture (DICAr), University of Catania (UNICT), via Santa Sofia, 64, 95123 Catania, Italia. PhD in Electronic, Automation and Control of Complex Systems.
Responsible of the Laboratory of Geomatic, DICAr, UNICT; member of the scientific committee of the Museo della Rappresentazione (MuRa), DICAr, UNICT. E-mail: michele.mangiameli@unict.it

Pablo Rodríguez-Navarro
Senior Lecturer, PhD UPV.
LevARQ Research Group - Center of Architecture, Heritage and Management Research for Sustainable Development – PEGASO, E.T.S. Ingeniería de Edificación, Universitat Politècnica de València. E-mail: rodriguez@upv.es

Teresa Gil-Piqueras
Senior Lecturer, PhD UPV.
LevARQ Research Group - Center of Architecture, Heritage and Management Research for Sustainable Development – PEGASO, E.T.S. Ingeniería de Edificación, Universitat Politècnica de València. E-mail: tgil@ega.upv.es

Abstract

The research project proposes an interdisciplinary methodology aimed at the digital documentation, knowledge and cataloguing of the heritage consisting of the bell towers with spires in ceramic wedge-shaped bricks present in the Sicilian region. The census and classification in a GIS environment allow the interpretation of the relationships between the towers, the spires, the ceramic production centres, the quarries and the historical and geographical context. The critical investigation of the artefact uses digital surveying as a tool for the recovery of memory, for the study of shape and geometry, for the documentation of building techniques, decay, transformations, stratifications, and eventual restoration and consolidation work. A digital survey campaign of some case studies in the province of Catania has allowed the elaboration of a suitable digital survey strategy taking into consideration the criticality of the building and the surrounding environment.

Keywords
Bell tower, Ceramic, Digital Survey, Relational and Spatial Database

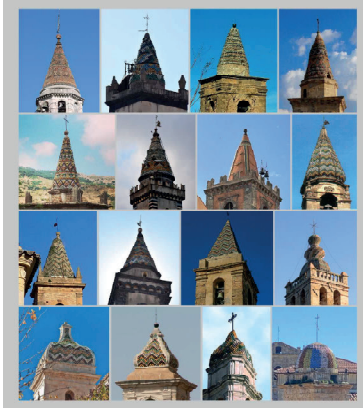
XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

CATALOGAZIONE E DOCUMENTAZIONE DELLE TORRI CAMPANARIE CON CUSPIDI IN MATTONI A CUNEO IN CERAMICA IN SICILIA

CATALOGUING AND DOCUMENTATION OF BELL TOWERS WITH SPIRES IN CERAMIC WEDGE-SHAPED BRICKS IN SICILY

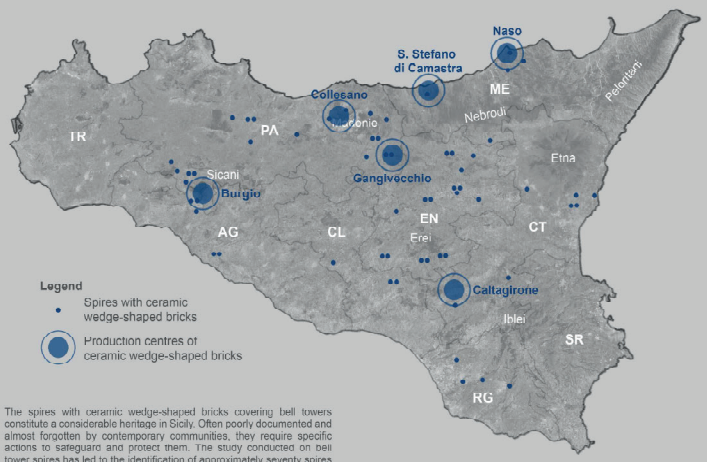
Gloria Russo[1] Mariateresa Galizia[1] Michele Mangiameli[1] Pablo Rodríguez Navarro[2] Teresa Gil Piqueras[2]
[1]Department of Civil Engineer and Architecture, University of Catania [2]Grupo LevARQ, C.Investigación PEGASO, E.T.S. Ingeniería de Edificación, Universitat Politècnica de València

SPIRES IN CERAMIC WEDGE-SHAPED BRICKS IN SICILY



Le cuspidi in mattoni cuneiformi in ceramica a copertura delle torri campanarie costituiscono un patrimonio cospicuo nel territorio siciliano. Spesso poco documentate e quasi dimenticate dalle comunità coeve, necessitano azioni mirate di salvaguardia e tutela. Lo studio condotto sulle cuspidi dei campanili ha permesso ad oggi l'individuazione in Sicilia di circa settanta cuspidi in mattoni a cuneo smaltati. Questi manufatti risalgono nel maggior numero di casi all'incirca al periodo tra XVII e XVIII secolo e sono localizzati nelle zone limitrofe ai più importanti centri di produzione ceramica.

I mattoni a cuneo, simili ai mattoni tradizionali, presentano a una estremità una testa curva o poligonale e all'altra una rastremazione lungo l'asse longitudinale che gli conferisce una sagoma a cuneo. La testa curva o poligonale è l'unica parte del mattone che rimane a vista e quindi viene resa impermeabile attraverso lo smalto. Il motivo decorativo delle cuspidi è generato al momento della posa in opera attraverso l'accostamento dei mattoni con diversa cromia secondo schemi geometrici.

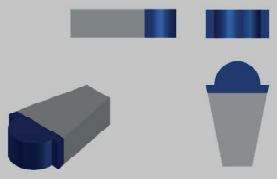


The spires with ceramic wedge-shaped bricks covering bell towers constitute a considerable heritage in Sicily. Often poorly documented and almost forgotten by contemporary communities, they require specific actions to safeguard and protect them. The study conducted on bell tower spires has led to the identification of approximately seventy spires made of ceramic wedge bricks in Sicily. In most cases, these artefacts date back to the period between the 17th and 18th centuries and are located in the areas surrounding the most important ceramic production centres.

Wedge bricks, similar to traditional bricks, have a curved or polygonal head at one end and a tapering along the longitudinal axis at the other, giving them a wedge shape. The curved or polygonal head is the only part of the brick that remains visible and is therefore made waterproof through glazing. The decorative pattern of the spires is generated at the time of installation through the juxtaposition of bricks with different colours according to geometric patterns.

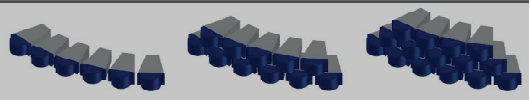


Ceramic wedge-shaped bricks



Bricks function:
- self supporting structure
- decorative cladding of a load-bearing structure made of wood, metal or masonry

Building system



- horizontal bedding
- staggered vertical joint

RESEARCH GOALS AND METHODOLOGY

1	Development of a GIS application for the **census**, **classification** and **cataloguing** of architectural **assets**, and for **spatial analysis**.	KNOWLEDGE TERRITORIAL SCALE
2	Development of a procedure for the **investigation**, **survey** and **modelling** of existing heritage.	KNOWLEDGE ARCHITECTURAL SCALE
3	Development of a protocol for the identification of **conservation and consolidation interventions**, through the use of innovative techniques and materials.	INTERVENTIONS

Il progetto di ricerca propone una metodologia interdisciplinare che mira alla documentazione digitale di questo patrimonio, alla conoscenza e alla catalogazione delle diverse tipologie di cuspidi presenti nel territorio siciliano. Il censimento e la classificazione in ambiente GIS permettono la lettura delle relazioni tra le torri, le cuspidi, i centri di produzione ceramica, le cave e il contesto storico e geografico.
L'indagine utilizza sul manufatto si serve del rilievo digitale quale strumento per il recupero della memoria, per lo studio della forma e della geometria, per la documentazione delle tecniche costruttive, dei degradi, dei dissesti, delle trasformazioni, delle stratificazioni, degli eventuali interventi di restauro e consolidamento.

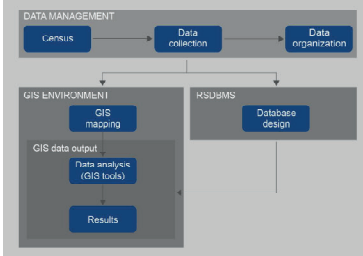
The research project proposes an interdisciplinary methodology that aims at the digital documentation of this heritage and the knowledge and cataloguing of the different cusps in the Sicilian territory.
The census and classification in a GIS environment allow the interpretation of the relationships between the towers, the cusps, the ceramic production centres, the quarries and the historical and geographical context.
The critical investigation of the artefact uses digital surveying as a tool for the recovery of memory, for the study of shape and geometry, for the documentation of building techniques, decay, transformations, stratifications, and any restoration and consolidation work.

CENSUS and CATALOGUING - GIS

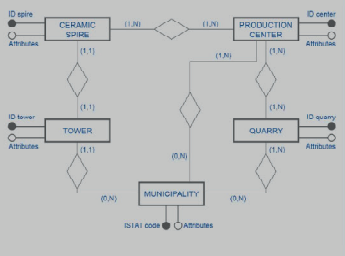
La metodologia proposta è sviluppata a partire dalla ricerca dei dati e dalla loro gestione (collezione e organizzazione) per poi rifinirsi maggiormente con l'inserimento dei dati spaziali in ambiente GIS e la progettazione di un database relazionale. Quest'ultimo è utilizzato e gestito in ambiente GIS in modo da sfruttare le caratteristiche del database esterno alla piattaforma GIS ed eseguire analisi dei dati (spaziali e non). Il database progettato (diagramma Entità-Relazioni) contiene cinque entità geometriche e sei relazioni. Nello specifico, ogni entità coinvolta è descritta attraverso il suo identificatore e i suoi attributi e ogni relazione attraverso le entità che coinvolge. Lo sviluppo di un database relazionale ci permette l'interpretazione dei dati spaziali georeferenziati e la comprensione delle relazioni tra gli elementi in mappa, le informazioni non spaziali associate a questi elementi e il contesto in cui questi elementi sono localizzati.
I dati raccolti sono stati organizzati seguendo le direttive dell'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione, confrontandoci con i responsabili della catalogazione e sviluppando una scheda di catalogazione ad hoc per le torri che contenga tutte le informazioni utili agli utenti che le consultano con diversi gradi di approfondimento.

The proposed methodology is developed starting with the data search and data management (collection and organisation) and then continuing contextually with the input of spatial data into the GIS environment and the design of a relational database. The latter is used and managed in the GIS environment in order to utilise the features of the database outside the GIS platform and perform data analysis (spatial and otherwise). The designed database (Entity-Relationship diagram) contains five geometric entities and six relationships. Specifically, each entity involved is described through its identifier and attributes and each relationship through the entities it involves. The development of a relational database allows us the interpretation of georeferenced spatial data and the understanding of the relationships between the elements on the map, the non-spatial information associated with these elements and the context in which these elements are located.
The data collected was organised following the guidelines of the Central Institute for Cataloguing and Documentation, in collaboration with those responsible for cataloguing, and developing an ad hoc cataloguing sheet for the towers that will contain all the information useful to users consulting them in varying degrees of detail.

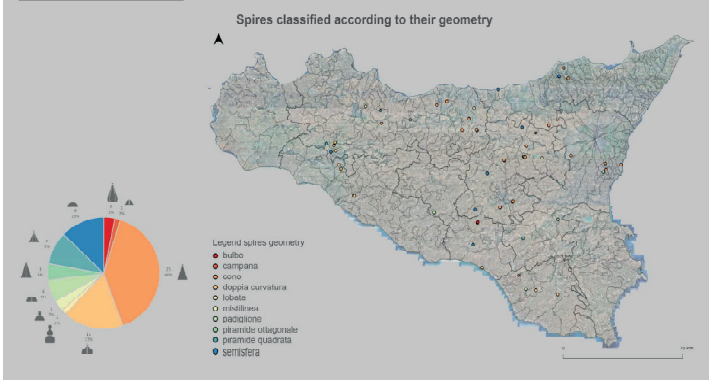
Methodology employed



Entity-Relationship diagram



Spires classified according to their geometry

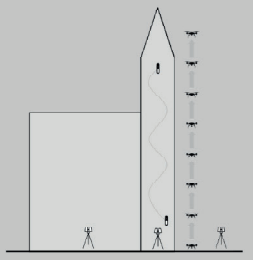


DIGITAL SURVEY

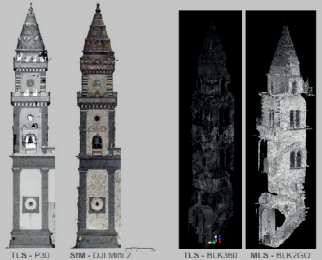
Una campagna di rilievo digitale in alcuni casi studio presenti nell'area della provincia di Catania ha permesso l'elaborazione di una strategia di rilievo digitale adeguata prendendo in considerazione le criticità del manufatto e dell'ambiente circostante. Il flusso di lavoro implementato ha previsto l'utilizzo delle nuvole di punti ottenute da un laser scanner terrestre (TLS) come dato di riferimento, integrando ad esse i dati provenienti da altri strumenti specifici in relazione alle caratteristiche dei luoghi. In particolare, con il TLS (Leica BLK360 e Leica P30) sono stati condotti i rilievi degli interni e degli esterni delle chiese, con il laser scanner mobile (Leica DLK2GO) sono stati realizzati i rilievi degli interni dei campanili e con la fotogrammetria da drone (DJI Mini 2) sono stati effettuati i rilievi degli esterni dei campanili e delle cuspidi.

A digital survey campaign in some study cases in the province of Catania allowed the elaboration of a suitable digital survey strategy taking into consideration the criticalities of the building and the surrounding environment. The workflow implemented provided for the use of point clouds obtained from the terrestrial laser scanner (TLS) as reference data, integrating data from other specific instruments in relation to the characteristics of the sites. In particular, with the TLS (Leica BLK360 and Leica P30) the surveys of the interiors and exteriors of the churches were carried out, with the mobile laser scanner (Leica BLK2GO) the surveys of the interiors of the bell towers were carried out, and with the photogrammetry from drone (DJI Mini 2) the surveys of the exteriors of the bell towers and spires were carried out.

Methodology employed



Point clouds comparison



Spires point clouds (SfM from drone)



XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

TECNOLOGIE DIGITALI PER LA CONOSCENZA E LA VALORIZZAZIONE DEI BENI CULTURALI

DIGITAL TECHNOLOGY FOR THE KNOWLEDGE AND VALUATION OF ARCHITECTURAL HERITAGE

Giuseppe Angileri[1],Ornella Fiandaca[1], Marina Arena[1], Alessandra Cernaro[1], Luis Palmero Iglesias[2]
Dipartimento Di Ingegneria, Università di Messina[1]; Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación, Universitat Politècnicade València[2]

INTRODUZIONE

La necessità di nuove applicazioni e integrazioni delle tecnologie di digitalizzazione nasce dall'esigenza di concepire nuovi approcci di valorizzazione del patrimonio culturale storico-architettonico che abbiano la forza di attrarre l'attenzione di tutte le categorie d'interesse, dal mondo politico/istituzionale a quello della cittadinanza attiva.
La sperimentazione è stata applicata a un edificio tipo della città di Messina, l'ex Istituto di Farmacologia e Patologia Generale dell'Università di Messina, oggi Dipartimento di Scienze Politiche, che ha dato la possibilità di confrontarsi con diverse problematiche da affrontare e risolvere con tecnologie digitali quali: materiale d'archivio storico e contemporaneo disperso tra archivi e uffici; superfici d'involucro complesse caratterizzate dalla presenza di ornamenti in pietra artificiale; una stratificazione di processi di adeguamento avvenuti in più di 100 anni non schematizzata e non più riconoscibile sull'edificio.
Il percorso di digitalizzazione "multilivello" descritto, sperimentato per un esempio di edilizia specialistica di Messina, è composto da più fasi concepite come un processo unitario per riunire:

- una sinossi dei documenti d'archivio reperiti per ciascuna fase della vita dell'edificio;
- un rilievo con strumentazioni digitali finalizzato al dimensionamento, all'analisi dei materiali e alla valutazione dello stato di conservazione;
- un percorso di modellazione parametrica arricchita con eventuali informazioni sul degrado;
- la concezione di un contenitore georiferito per accogliere tutta la conoscenza acquisita per via analogica e digitale e aperto a implementazioni successive.

Le tecnologie digitali applicate all'immobile hanno riguardato: un rilievo metrico indiretto, che sfrutta tecnologie fotogrammetriche 2D e 3D, sviluppato grazie al materiale fotografico realizzato con una campagna di riprese effettuate con un drone che, grazie all'integrazione di una termocamera, ha consentito di condurre contemporaneamente un'indagine termografica; la creazione di un ambiente cartografico GIS arricchito di informazioni utili alla conoscenza delle valenze dell'architettura e del contesto in cui sorge; la realizzazione di un modello BIM del sistema di ornato sfruttando processi di Scan to BIM e informazioni provenienti dai documenti di archivio e dal rilievo metrico e termico delle superfici.
Il materiale e le analisi riassunte e schematizzate all'interno di questo elaborato sono il frutto di un'attività di studio condotta da un gruppo di ricerca dell'Università di Messina composto dai dottorandi G. Angileri, G.F. Russo e G. Tomasello coordinati dall'ingegnere A. Cernaro, PHD in Ingegneria Civile, Ambientale e della Sicurezza e in questa fase supportati dai professori M. Arena, O. Fiandaca, e L.M. Palmero-Iglesias.

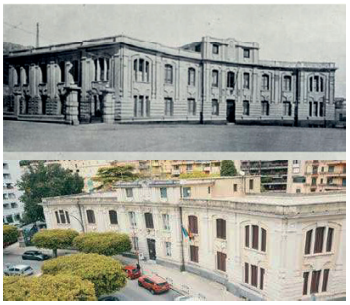


Fig. 1. Bene architettonico oggetto di digitalizzazione in una foto storica e oggi
Fig. 1. Architectural Heritage subject to digitization in a historical photo and today



Fig. 2.. Il complesso delle tecnologie digitali
Fig. 2. The complex of digital technologies

INTRODUCCIÓN

The need for new applications and integrations of digitization technologies arises from the need to conceive new approaches to valorising the historical-architectural cultural heritage that have the strength to attract the attention of all categories of interest, from the political/institutional world to that of active citizenship.
The experimentation was applied to a typical building in the city of Messina, the former Institute of Pharmacology and General Pathology of the University of Messina, now the Department of Political Sciences, which gave the opportunity to deal with various problems to be tackled and resolved with digital technologies such as: historical and contemporary archival material dispersed between archives and offices; complex envelope surfaces characterized by the presence of artificial stone ornaments; a stratification of adaptation processes that took place over more than 100 years, not schematized and no longer recognizable on the building.
The "multilevel" digitization process described, tested for an example of specialized construction in Messina, is made up of several phases conceived as a unitary process to bring together:

- a synopsis of the archival documents found for each phase of the life of the building;
- a survey with digital tools aimed at sizing, analyzing materials and assessing the state of conservation;
- a parametric modeling path enriched with any information on degradation;
- the conception of a geo-referenced container to house all the knowledge acquired by analogue and digital means and open to subsequent implementations.

The digital technologies applied to the property concerned: an indirect metric survey, which uses 2D and 3D photogrammetric technologies, developed thanks to the photographic material created with a campaign of shots taken with a drone which, thanks to the integration of a thermal camera, allowed to simultaneously conduct a thermographic survey; the creation of a GIS cartographic environment enriched with information useful for understanding the values of the architecture and the context in which it arises; the creation of a BIM model of the decorative system using Scan to BIM processes and information from archive documents and from the metric and thermal survey of the surfaces.
The material and the analyzes summarized and schematized within this paper are the result of a study activity conducted by a research group of the University of Messina made up of doctoral students G. Angileri, G.F. Russo and G. Tomaselo coordinated by engineer A. Cernaro, PHD in Civil, Environmental and Safety Engineering and in this phase supported by professors M. Arena, O. Fiandaca, and L.M. Palmero-Iglesias.

TECNOLOGIE DI DIGITALIZZAZIONE

DIGITIZATION TECHNOLOGIES

Creazione di modelli fotogrammetrici 2D e 3D

Tale passaggio, successivo al rilievo indiretto del fabbricato realizzato con un drone, ha portato alla elaborazione di materiale fotogrammetrico, realizzato con Fotus di ACCA Software per gli elementi 2D e 3DF Zephyr, sviluppato da 3Dflow, per il modelli 3D. I modelli predisposti sono stati utilizzati per dimensionare il fabbricato, in particolare gli elementi dell'ornato di cui non sono stati ritrovati disegni nel corso della ricerca archivistica e che sono difficili da rilevare in situ poiché impossibili da raggiungere senza un ponteggio. Il drone ha contestualmente permesso l'indagine termografica dell'involucro in aree non raggiungibili con una termocamera tradizionale gestita da un operatore da piano strada.



Fig.3. Fogrammetria 2D e 3D
Fig. 3. 2D and 3D photogrammetry

Creation of 2D and 3D photogrammetric models

This step, following the indirect survey of the building made with a drone, led to the processing of photogrammetric material, made with Fotus by ACCA Software for the 2D elements and 3DF Zephyr, developed by 3Dflow, for the 3D models. The prepared models were used to size the building, in particular the decorative elements of which no drawings were found during the archival research and which are difficult to detect in situ as they are impossible to reach without scaffolding. At the same time, the drone allowed the thermographic investigation of the envelope in areas that cannot be reached with a traditional thermal imaging camera managed by a street level operator.

Creazione di un ambiente cartografico GIS

Per connettere le informazioni correlate alla scala territoriale è stato concepito un ambiente GIS che ha permesso di collegare la mappatura digitale del territorio con i dati spaziali e non, contribuendo a documentare le diverse caratteristiche urbane e permettendo di raccontare il processo urbano e il suo impatto sui siti di interesse. Tale tecnologia combinando la gestione dei database con la referenziazione geometrica e spaziale permette di organizzare mappe tematiche al fine di rendere il sistema facilmente comprensibile, facilitando la lettura delle informazioni grazie alla esportazione dei dati in elaborati o all'interno di WebGIS dedicati.

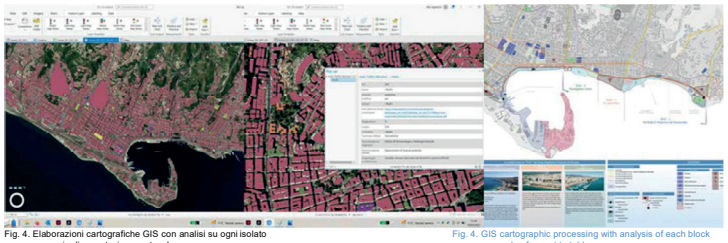


Fig. 4. Elaborazioni cartografiche GIS con analisi su ogni isolato esempio di esportazione su tavola.
Fig. 4. GIS cartographic processing with analysis of each block example of export to table.

Creation of a GIS cartographic environment

To connect the information related to the territorial scale, a GIS environment was conceived which made it possible to connect the digital mapping of the territory with spatial and non-spatial data, helping to document the different urban characteristics and allowing to tell the urban process and its impact on sites of interest. Combining database management with geometric and spatial referencing, this technology makes it possible to organize thematic maps in order to make the system easily understandable, facilitating the reading of information thanks to the export of data in elaborated or within dedicated WebGIS.

Modelli H-BIM arricchiti

I processi Scan to BIM migliorano l'integrazione tra il rilievo e la digitalizzazione di un edificio, dando vantaggi soprattutto per le opere storiche. Ciò supporta gli approcci Heritage-BIM che, a valle di una intensiva attività di modellazione, consentono di ottenere fedeli trasposizioni digitali, non solo dal punto di vista geometrico, ma anche informativo, poiché al suo interno contengono: texture, per una corretta rappresentazione dei materiali e delle superfici, informazioni sulle tecniche costruttive adoperate, le caratteristiche strutturali e prestazionali degli elementi, le fasi storiche con info su manutenzioni/restauri e la digitalizzazione della documentazione archivistica e degli esiti delle indagini diagnostiche.



Fig. 5. Modello Heritage-BIM elaborato a partire dalla sovrapposizione con la nuvola di punti, arricchito dalle informazioni provenienti dal rilievo e dalle indagini termografiche
Fig. 5. Heritage-BIM model developed starting from the overlap with the point cloud, enriched by information from the survey and thermographic surveys

Enriched H-BIM models

Scan to BIM processes improve the integration between the survey and digitization of a building, giving advantages especially for historical buildings. This supports the Heritage-BIM approaches which, following an intensive modeling activity, allow to obtain faithful digital transpositions, not only from a geometrical point of view, but also from an informative point of view, since they contain: textures, for a correct representation of materials and surfaces, information on the construction techniques, the structural and performance characteristics, the historical phases with information on maintenance/restoration and the digitization of archival documentation and the results of diagnostic investigations.

Creazione di un ambiente GIS 3D arricchito

Grazie alle nuove funzionalità dei software GIS, è possibile creare un ambiente 3D capace di contenere tutte le informazioni e il materiale digitale prodotto sul bene architettonico e sul paesaggio che lo circonda, che possa integrare i dati geografici del GIS, i connotati urbanistici del fabbricato, le elaborazioni tridimensionali di un rilievo fotogrammetrico, i modelli BIM con il relativo bagaglio informativo, la storia della costruzione, individuabile nella forma del materiale di archivio digitalizzato o anche solo alle informazioni su dove reperirlo. La piattaforma GIS diviene così contenitore e visualizzatore delle analisi e delle elaborazioni prodotte nel percorso di digitalizzazione multilivello dell'edificio storico.



Fig. 6. Importazione su ArcGIS del modello fotogrammetrico e del modello BIM dell'edificio con il suo sistema di ornato, esplorabile sino alla struttura portante
Fig. 6. Import on ArcGIS of the photogrammetric and BIM model of thebuilding with is decoration system, which can be explored up to is supporting structure

Creating an enriched 3D GIS environment

Thanks to the new features of GIS software, it is possible to create a 3D environment capable of containing all the information and digital material produced on the architectural and the landscape that surrounds it, which can integrate the geographical data of the GIS, the urban features of the building, the 3D elaborations of a photogrammetric survey, the BIM models with the relative information baggage, the history of the construction, identifiable in the form of the digitized archive material or even only in the information on where to find it. The GIS platform thus becomes a container and viewer of the analyzes and processing produced in the multilevel digitization process of the historic building.

LA ARQUITECTURA MILITAR EN EL VIRREINATO DEL PERÚ: PROYECTO, CONTRUCCIÓN Y ESTADO ACTUAL DEL MONUMENTO MILITAR Y FORTIFICADO

MILITARY ARCHITECTURE IN THE VICEROYALTY OF PERU: DESIGN, CONSTRUCTION, AND CURRENT STATE OF MILITARY AND FORTIFIED MONUMENTS

Diego Celis-Estrada
Profesor tiempo completo UPN. diego.celis@upn.edu.pe
Grupo de Investigación GIADIPS - Grupo de investigación de Innovación Aplicada en Diseño de Productos y Servicios; Facultad de Arquitectura y Diseño - Universidad Privada del Norte, Av. Retablo 570, Comas, L, Lima 15314 Lima, Perú.

Teresa Gil-Piqueras
Profesora Titular de Universidad. tgil@ega.upv.es
Grupo de Investigación LevARQ - Centro de Investigación en Arquitectura, Patrimonio y Gestión para el Desarrollo Sostenible – PEGASO; ETSIE - Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España.

Pablo Rodríguez-Navarro
Profesor Titular de Universidad. rodriguez@upv.es
Grupo de Investigación LevARQ - Centro de Investigación en Arquitectura, Patrimonio y Gestión para el Desarrollo Sostenible – PEGASO; ETSIE - Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España.

Abstract

Military architecture, as described by John Keegan in A History of Warfare, reflects the society that creates it, serving purposes such as defense, territorial control, and military training. In the Viceroyalty of Peru (1542–1826), a vital territory for the Spanish Empire, the construction of military fortifications was prompted by the strategic need to defend its Pacific coast against pirate and corsair incursions. These structures, initially symbols of colonial power, fell into disuse after Peru's independence and were often abandoned due to changing warfare dynamics and urban expansion. While many have been lost, others persist as part of the Nation's Cultural Heritage.
This study aims to analyze the architectural theories that influenced the design of these structures, the adaptations made for their coastal locations, and the mathematical and military principles that shaped them. Using photogrammetry and geographic information systems (GIS) to georeference historical plans, alongside archival research and conservation assessments, the research reconstructs their original designs and highlights how European concepts were modified to suit the unique conditions of the American territory, revealing their evolution over time.

Keywords:

Military Architecture, Viceroyalty of Peru, Photogrammetry, Defensive Architecture.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

LA ARQUITECTURA MILITAR EN EL VIRREINATO DEL PERÚ: PROYECTO, CONTRUCCIÓN Y ESTADO ACTUAL DEL MONUMENTO MILITAR Y FORTIFICADO

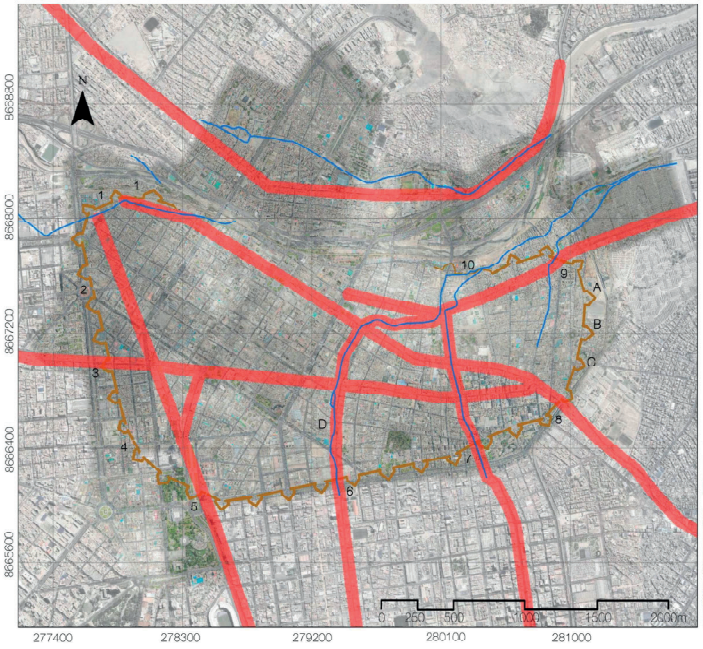
MILITARY ARCHITECTURE IN THE VICEROYALTY OF PERU: DESIGN, CONSTRUCTION, AND CURRENT STATE OF MILITARY AND FORTIFIED MONUMENTS

Diego Javier Celis-Estrada[1], Teresa Gil-Piqueras[2], Pablo Rodríguez-Navarro[2]
GIADIPS, Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad Privada del Norte, Lima (Perú)[1]
LevARQ Research Group, Centro de Investigación PEGASO, E.T.S. Ingeniería de Edificación, Universitat Politècnica de València (Spain)[2]



CASOS DE ESTUDIO
1. CIUDAD DE LIMA
1.1. Baluarte de "Santa Lucía"
1.2. Cuartel de Santa Catalina
2. PUERTO DEL CALLAO
2.1. Fortaleza del Real Felipe
3. PLAYA LA CHIRA
3.1. batería costera norte
3.2. batería costera sur
4. CIUDAD DE TRUJILLO
4.1. Muralla de Trujillo
4.2. Baluarte de Don Juan de Herrera y Valverde

CASE STUDIES
1. CITY OF LIMA
1.1. "Santa Lucía" Bastion
1.2. Santa Catalina Barracks
2. PORT OF CALLAO
2.1. Real Felipe Fortress
3. LA CHIRA BEACH
3.1. Northern Coastal Battery
3.2. Southern Coastal Battery
4. CITY OF TRUJILLO
4.1. Trujillo Wall
4.2. Don Juan de Herrera & Valverde Bastion



CENTRO HISTÓRICO DE LIMA
LEYENDA:
1. PORTADA DE MONSERRATE
2. PORTADA DEL CALLAO
3. PORTADA DE SAN JACINTO
4. PORTADA DE JUAN SIMÓN
5. PORTADA DE GUADALUPE (MATA MANDINGA)
6. PORTADA DE SANTA CATALINA
7. PORTADA DE COCHARCAS
8. PORTADA DE BARBONES (DEL CERCADO)
9. PORTADA DE MARAVILLAS (SANTA CLARA)
10. PORTADA DE MARTINETE
A. BALUARTE DE "SANTA LUCIA"
B. BALUARTE DE "COMANDANTE ESPINAR"
C. BALUARTE DE "PUERTO ARTURO"
D. CUARTEL DE SANTA CATALINA

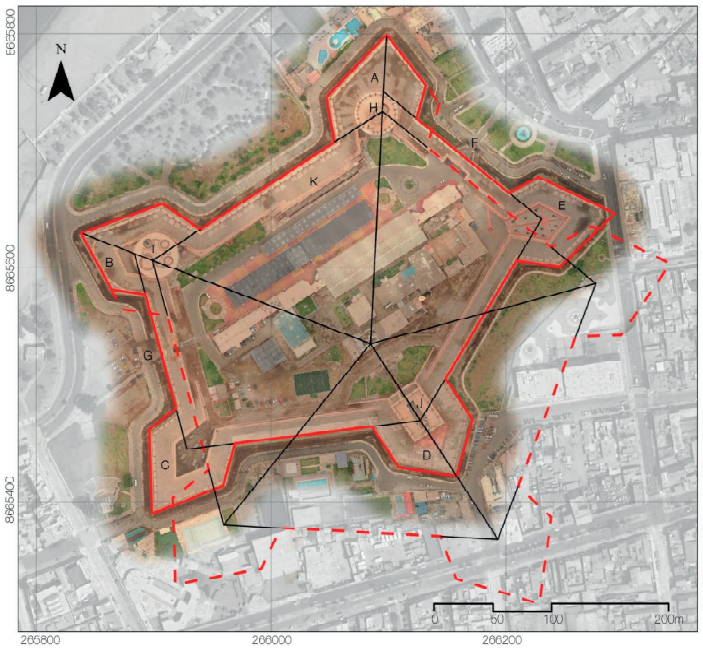
Canales prehispánicos
Muralla virreinal
Caminos prehispánicos

HISTORIC CENTER OF LIMA
LEGEND:
1. MONSERRATE GATE
2. CALLAO GATE
3. SAN JACINTO GATE
4. JUAN SIMÓN GATE
5. GUADALUPE GATE (MATA MANDINGA)
6. SANTA CATALINA GATE
7. COCHARCAS GATE
8. BARBONES GATE (DEL CERCADO)
9. MARAVILLAS GATE (SANTA CLARA)
10. MARTINETE GATE
A. "SANTA LUCIA" BASTION
B. "COMANDANTE ESPINAR" BASTION
C. "PUERTO ARTURO" BASTION
D. SANTA CATALINA BARRACKS

Pre-Hispanic Canals
Viceroyalty Wall
Pre-Hispanic Roads







FORTALEZA DEL REAL FELIPE
LEYENDA:
A. BALUARTE DEL REY
B. BALUARTE DE LA REINA
C. BALUARTE DE SAN CARLOS
D. BALUARTE DE SAN FELIPE
E. BALUARTE DE SAN JOSÉ
F. PUERTA REAL
G. PUERTA DEL SOCORRO
H. CABALLERO DEL BALUARTE DEL REY ("TORREÓN DEL REY")
I. CABALLERO DEL BALUARTE DE LA REINA ("TORREÓN DE LA REINA")
J. "CABALLERO DE LOS 12 CAÑONES"
K. ANTIGUO MUSEO MILITAR

Proyecto original
Proyecto reajustado
Trazos

REAL FELIPE FORTRESS
LEGEND:
A. KING'S BASTION
B. QUEEN'S BASTION
C. SAN CARLOS BASTION
D. SAN FELIPE BASTION
E. SAN JOSÉ BASTION
F. ROYAL GATE
G. RELIEF GATE
H. KING'S BASTION CAVALIER ("KING'S TOWER")
I. QUEEN'S BASTION CAVALIER ("QUEEN'S TOWER")
J. "12 CANNON CAVALIER"
K. FORMER MILITARY MUSEUM

Original Project
Readjusted Project
Strokes









INTRODUCCIÓN

John Keegan, en "Historia de la guerra", sostiene que la forma en que se desarrolla la guerra puede interpretarse como una expresión de la sociedad. Esta actividad requirió medios materiales como la arquitectura militar, la cual es considerada patrimonio cultural y testimonio de hechos históricos. En el Virreinato del Perú (1542-1820), clave para el Imperio Español, la amenaza de naciones rivales en la costa del Pacífico impulsó la construcción de fortificaciones. Tras la Independencia, estas edificaciones quedaron en desuso por simbolizar el pasado español y no adaptarse a los avances bélicos. Aunque muchas desaparecieron por causas ambientales o urbanas, hoy e día algunas se preservan como Patrimonio Cultural de la Nación.

INTRODUCTION

John Keegan, in A "History of Warfare", argues that the way war is conducted can be understood as an expression of society. This activity required material means such as military architecture, which is considered cultural heritage and a testament to historical events. In the Viceroyalty of Peru (1542–1820), a key territory for the Spanish Empire, the threat from rival nations along the Pacific coast drove the construction of fortifications. After independence, these structures fell into disuse, symbolizing the Spanish past and failing to adapt to advances in warfare. Although many disappeared due to environmental or urban factors, some have been preserved as part of the Nation's Cultural Heritage.

OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación analiza las teorías arquitectónicas, así como los principios matemáticos y militares que influyeron en el diseño de estas fortificaciones. A partir del uso de técnicas fotogramétricas y de sistemas de información geográfica (SIG), fundamentales para georreferenciar la planimetría histórica, y tras el análisis de la documentación de archivo y de los restos materiales, se han reconstruido los diseños originales sobre la planimetría actual.

OBJECTIVE OF THE RESEARCH

This research analyzes the architectural theories, as well as the mathematical and military principles that influenced the design of these fortifications. By using photogrammetric techniques and geographic information systems (GIS) to georeference historical plans, and through the analysis of archival documentation and material remains, the original designs have been reconstructed on current plans. In this study, we present a portion of the work resulting from the analysis of the Real Felipe fortress.

OTROS CASOS DE ESTUDIO

- Baluarte de Santa Lucía. Uno de los mejor conservados de la antigua muralla de Lima. A pesar de su valor monumental, no es apreciado adecuadamente.
- Cuartel de Santa Catalina. Único ejemplo de edificación militar de estilo neoclásico de los últimos años del virreinato. Posee un valor histórico-artístico propio y una gran importancia urbanística como elemento que define el espacio de la Plazuela de Santa Catalina. En la actualidad, solo se conserva una quinta parte del edificio
- Fortaleza del Real Felipe. En el puerto del Callao. Una de las más importantes plazas de la Corona Española y destacado ejemplo de la arquitectura militar española del siglo XVIII, escenario de importantes sucesos históricos y último punto de resistencia realista en Sudamérica.
- Baterías de la playa Chira. Situadas al sur de Lima, son dos baterías defensivas que controlan visualmente la playa ante un posible desembarco enemigo al sur de la capital. Estas edificaciones no han sido previamente estudiadas ni se consideran Patrimonio Cultural de la Nación.
- Baluarte de Don Juan de Herrera y Valverde. En Trujillo (costa norte del Perú). Este baluarte y una sección de la muralla son los únicos vestigios que se conservan de la antigua muralla de Trujillo.

OTHER CASE STUDIES

- Santa Lucía Bastion. One of the best-preserved bastions of Lima's old city wall. Despite its monumental value, it is not adequately appreciated.
- Santa Catalina Barracks. Located in Lima, it is the only example of neoclassical military architecture from the final years of the Viceroyalty. It holds historical and artistic value and plays a significant urban role as a defining element of the Santa Catalina Square. Currently, only one-fifth of the building remains.
- Real Felipe Fortress: in the port of Callao. One of the most important strongholds of the Spanish Crown and an outstanding example of 18th-century Spanish military architecture. It was the scene of significant historical events and the last point of royalist resistance in South America.
- Batteries of La Chira Beach: Located south of Lima, these are two defensive batteries that visually control the beach to counter potential enemy landings south of the capital. These structures have not been previously studied nor are they considered part of the Nation's Cultural Heritage.
- Don Juan de Herrera y Valverde Bastion. In Trujillo (northern coast of Peru). This bastion and a section of the wall are the only remnants preserved from the old wall of Trujillo.

PUBLICACIONES / PUBLICATIONS

DEGRADACIÓN DE LOS MATERIALES PÉTREOS DE LA IGLESIA DEL PILAR EN VALENCIA (ESPAÑA): MAPEADO Y ANÁLISIS MEDIANTE EL USO DE FOTOGRAMETRÍA

DEGRADATION OF THE STONE MATERIALS OF THE PILAR CHURCH IN VALENCIA (SPAIN): MAPPING AND ANALYSIS USING PHOTOGRAMMETRIC TECHNIQUES

Giovanni Brodu
Department of Chemical and Geological Sciences, Cagliari University, 09042 Monserrato (CA), Italy. giovanni.brodu@unica.it

Anna Pérez Vila
Associate Professor. anprevi@upvnet.upv.es
LevARQ Research Group - Center of Architecture, Heritage and Management Research for Sustainable Development – PEGASO, E.T.S. Ingeniería de Edificación, Universitat Politècnica de València.

Pablo Rodríguez-Navarro
Senior Lecturer, PhD UPV. rodriguez@upv.es
LevARQ Research Group - Center of Architecture, Heritage and Management Research for Sustainable Development – PEGASO, E.T.S. Ingeniería de Edificación, Universitat Politècnica de València.

Teresa Gil-Piqueras
Senior Lecturer, PhD UPV. tgil@ega.upv.es
LevARQ Research Group - Center of Architecture, Heritage and Management Research for Sustainable Development – PEGASO, E.T.S. Ingeniería de Edificación, Universitat Politècnica de València.

Abstract

The conservation of architectural heritage requires precise graphic survey techniques, adapted to the complexity and size of the object of study, as well as the required level of accuracy. Multi-image photogrammetry has established itself as an effective method for producing high-resolution virtual representations with accurate textures, enabling detailed analysis. This study applies photogrammetry to the parish church of *Nuestra Señora del Pilar y San Lorenzo Mártir* in Valencia, an important example of 17th and 18th century architecture. The limestone façade, designed by Fray Gaspar Sent Martí and built by Bautista Pons in 1730, is the focus of the analysis due to its artistic and ornamental relevance.

The analysis reveals how the limestone composition of the façade, combined with the high porosity of the material and the presence of sedimentation surfaces, makes it vulnerable to atmospheric degradation. Physical and chemical effects, such as the crystallisation of NaCl within the porosity and the formation of gypsum due to the interaction of SO_2 and CO_2 with atmospheric precipitation and calcite in the material, contribute to its deterioration. Black crusts and alveolisation are identified as the main degradation patterns, with the most severe damage localised on the most exposed surfaces and corners. The study highlights the value of photogrammetry in the analysis of material degradation, providing essential indications for conservation strategies aimed at mitigating the effects of environmental agents on historical heritage.

Keywords
Material degradation, photogrammetry, historical heritage, conservation

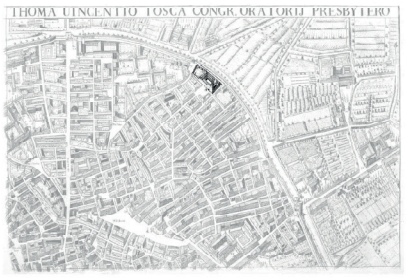
XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

DEGRADACIÓN DE LOS MATERIALES PÉTEREOS DE LA IGLESIA DEL PILAR EN VALENCIA (ESPAÑA): MAPEADO Y ANÁLISIS MEDIANTE EL USO DE FOTOGRAMETRÍA

DEGRADATION OF THE STONE MATERIALS OF THE PILAR CHURCH IN VALENCIA (SPAIN): MAPPING AND ANALYSIS USING PHOTOGRAMMETRIC TECHNIQUES.

Giovanni Brodu[1]; Ana Pérez Vila[2]; Pablo Rodríguez Navarro[2]; Teresa Gil Piqueras[2]
Department of Chemical and Geological Sciences, Cagliari University[1];Grupo LevARQ, C.Investigación PEGASO, E.T.S. Ingeniería de Edificación, Universitat Politècnica de València[2]





Para la elaboración de levantamientos gráficos del patrimonio arquitectónico se dispone de diversas técnicas. La elección en cuanto al empleo de las mismas depende de varios factores, como la complejidad y dimensiones del objeto de estudio, o del grado de precisión que se pretende alcanzar para la elaboración de estudios posteriores. La fotogrametría multiimagen es la técnica que nos permite obtener una representación virtual realista del objeto, de alta calidad y resolución, en la que es posible reproducir texturas con alta precisión métrica que posibilitan un análisis posterior de gran detalle.

La iglesia parroquial, de Nuestra Señora del Pilar y San Lorenzo Mártir, situada en el centro histórico de Valencia, se erige como un destacado ejemplo del patrimonio arquitectónico de los siglos XVII y XVIII.

La potada, al igual que la composición del resto del templo, es atribuida a fray Gaspar Sent Martí y construida por Bautista Pons. Construida en piedra caliza fue colocada en 1730, año que aparece inscrito en la misma.

Puesto que se trata del elemento de mayor relevancia artística del exterior del templo, así como por su complejidad ornamental, el presente estudio aborda la obtención de un levantamiento a nivel de detalle para conocer el estado preciso de degradación material a través del empleo de la técnica de fotogrametría.

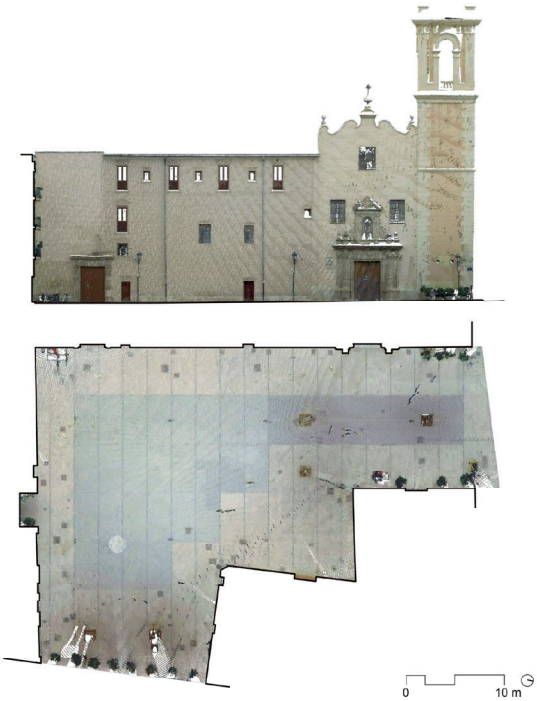
El origen calcáreo de los materiales que componen la fachada, la presencia de porosidad y de superficies atribuibles a la génesis sedimentaria son factores que favorecen la alteración atmosférica. El agua presente en la porosidad genera efectos químicos y físicos que conducen a la degradación. El principal efecto físico se debe a la cristalización del NaCl (frecuente en las ciudades costeras), que provoca tensiones internas. En entornos urbanos e industriales, la presencia e interacción de SO2 y CO2 con las precipitaciones forma ácidos que disuelven el CaCO3 y producen sales (yeso) que incorporan partículas atmosféricas, creando costras negras.

Various techniques are available for the graphical surveying of architectural heritage. The choice of techniques depends on several factors, such as the complexity and dimensions of the subject, or the level of precision required for subsequent studies. Multi-image photogrammetry is a technique that allows us to obtain a realistic virtual representation of the object, of high quality and resolution, where textures can be reproduced with high metric accuracy, enabling detailed subsequent analysis.

The parish church of Nuestra Señora del Pilar y San Lorenzo Mártir, located in the historic center of Valencia, stands out as a prominent example of 17th and 18th-century architectural heritage. The façade, like the rest of the temple's composition, is attributed to Fray Gaspar Sent Martí and built by Bautista Pons. Constructed of limestone, it was placed in 1730, the year inscribed on it.

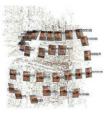
Given its artistic significance as the most relevant exterior element of the temple, and its ornamental complexity, this study aims to achieve a detailed survey to determine the precise state of material degradation through the use of photogrammetry techniques.

The limestone origin of the materials that make up the façade, the presence of porosity and surfaces attributable to sedimentary genesis are all factors that favour atmospheric alteration.Water present in the porosity generates chemical and physical effects leading to degradation. The main physical effect is due to the crystallization of NaCl (common in coastal cities), causing internal tensions. In urban and industrial environments, the presence and interaction of SO2 and CO2 with precipitation forms acids that dissolve CaCO3 and produce salts (gypsum) incorporating atmospheric particles, creating black crusts.





MODELADO 3D. PROCESO 3D MODELING. PROCESS



Cámara: Sony DSC-RX100M2
Nº de tomas: 30
Puntos de reconocimiento: 27.222
Camera: Sony DSC-RX100M2
Photographic shots: 30
Recognition points: 27.222



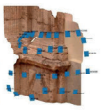
Vértices: 1.172.180
Caras: 2.337.945
Vertices: 1.172.180
Faces: 2.337.945

1 ALINEACIÓN ALIGNMENT
2 NUBE DE PUNTOS DENSA DENSE POINT CLOUD
3 MALLA 3D 3D MESH
4 TEXTURA TEXTURE

Puntos generados: 24.416.687
Procesado:11m 10s
Modo de filtrado: moderado
Points generated: 24.416.687
Processed:11m 10s
Filtering mode: Moderate



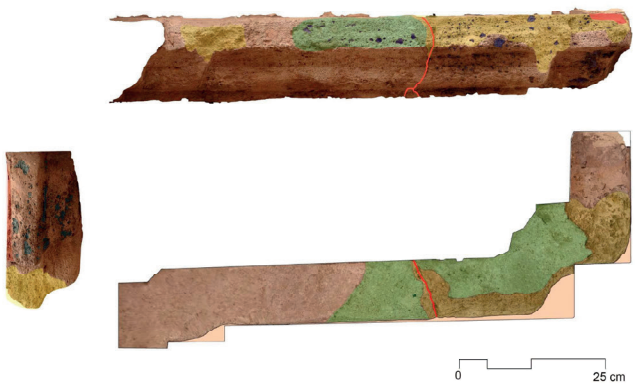
Modo de fusión: Mosaico
Modo de mapeado: genérico
Tamaño de la textura: 8.196
Blending mode: Mosaic
Mapping mode: generic
Texture size: 8.196



ORTOFOTOS DE DETALLE DETAIL ORTHOPHOTOS



ANÁLISIS DE DEGRADACIÓN DEGRADATION ANALYSIS



El análisis gráfico muestra que la mayor degradación se encuentra en el frente y las esquinas, en función de su mayor superficie expuesta, la orientación de las superficies de sedimentación y el mayor procesamiento (para obtener la forma arquitectónica) que conduce a la apertura de microfisuras. La principal forma de degradación es la alveolización, que provoca un aumento del diámetro de los poros y, con su unión, el retroceso de la cara del elemento. Los alvéolos inferiores, que no están sometidos a lixiviación, actúan como zona de acumulación de yeso (costras negras).

The graphical analysis indicates that the most significant degradation is located on the front and corners, due to their greater exposed surface area, the orientation of sedimentation surfaces, and the extensive processing required to achieve the architectural form, which leads to the opening of microfissures. The primary form of degradation is alveolization, which increases pore diameter and, through their merging, causes the recession of the element's face. The lower alveoli, which are not subject to leaching, serve as accumulation zones for gypsum (black crusts).

LEYENDA LEGEND

- Reconstrucción del perfil original / Reconstruction of the original profile
- Mayor grado de alteración / Greater degree of alteration
- Grado medio de alteración / Average degree of alteration
- Fractura / Fracture
- Exfoliación / Exfoliation
- Alveolización / Costra negra / Alveolization / Black crusts

LA LUZ COMO CONCEPTO PRINCIPAL DE LA IGLESIA DEL MONASTERIO BENEDICTINO - ARQUITECTURA MODERNA EN CHILE

LIGHT AS PRINCIPAL CONCEPT IN BENEDICTINE MONASTERY CHURCH. MODERN ARCHITECTURE IN CHILE

Suzanne Sigeur
Doctoral School; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia
Senior Lecturer, PhD UPV. E-mail:susevil1@doctor.upv.es
Luis Manuel Palmero Iglesias
Researcher and professor in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València, Building Engineer, Master in Concrete Engineering, PhD by the UPV and Università of Florence, Italy.Dr.h.C. by Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture. E-mail:lpalmero@csa.upv.es
Graziella Bernardo
Researcher and professor in Architectural Engineering at the Department for Humanistic, Scientific, and Social Innovation.Dipartimento per l'Innovazione Umanistica, Scientifica e Sociale - D.I.U.S.S.Università degli Studi della Basilicata, Matera, Italia. Emai: graziella.bernardo@unibas.it
Natalia Caicedo
Departamento de Planificación y Ordenación Territorial. Universidad Tecnológica Metropolitana,4. Santiago de Chile, Chile. Email: ncaicedo@utem.cl

Abstract

The Light has been a key element in the architecture of the Church of the Benedictine Monastery, Martín Correa and Gabriel Guarda; where this resource shapes the architectural project, creating spaces of recollection that highlight different liturgical acts throughout the day. The work proposes the study of natural light as a manager of the form and liturgical acts in the design of the Church of the Benedictine Monastery, considering the development of some of its contemplative moments in the route of the work, access ramp, High Altar, Altar of the Virgin and Chapel of the Blessed Sacrament.

Keywords
Natural light, architectural resource, Benedictine Monastery, modern religious architecture

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

LA LUZ COMO CONCEPTO PRINCIPAL DE LA IGLESIA DEL MONASTERIO BENEDICTINO - ARQUITECTURA MODERNA EN CHILE

LIGHT AS PRINCIPAL CONCEPT IN BENEDICTINE MONASTERY CHURCH. MODERN ARCHITECTURE IN CHILE

Suzanne Segeur [1,2]
E. Doctorado[1] **/ D. Construcciones Arquitectónicas** [2] **/ UPV** [3]

Luis Palmero [2,3]
D. Construcciones Arquitectónicas[1] **/ UPV** [2]

Graziella Bernardo [4]
D.I.U.S.S./ University of Basilicata [3]

Natalia Caicedo [5]
Departamento PYOT / UTEM [4]

INTRODUCCIÓN

La luz, ha sido un elemento clave en la arquitectura de la Iglesia del Monasterio Benedictino, de Martín Correa y Gabriel Guarda; en él, este recurso da forma al proyecto arquitectónico creando espacios de recogimiento, que destacan distintos actos litúrgicos a lo largo de la jornada.
El trabajo plantea el estudio de la luz natural como gestora de la forma y de los actos litúrgicos en el diseño de la Iglesia del Monasterio Benedictino, considerando el desarrollo de algunos de sus momentos contemplativos en el recorrido de la obra, Rampa de acceso, Altar Mayor, Altar de la Virgen y Capilla del Santísimo.

INTRODUCTION

Light has been a key element in the architecture of the Church of the Benedictine Monastery, Martín Correa and Gabriel Guarda; where this resource shapes the architectural project, creating spaces of recollection that highlight different liturgical acts throughout the day. The work proposes the study of natural light as a manager of the form and liturgical acts in the design of the Church of the Benedictine Monastery, considering the development of some of its contemplative moments in the route of the work, access ramp, High Altar, Altar of the Virgin and Chapel of the Blessed Sacrament.







Fig. 1 y 2 Vista general del Monasterio y Altar Mayor. Arquitectos M. Correa y G. Guarda, Archivo Monumentos Nacionales. Fig 3 Altar Mayor Fotografías S. Segeur
Fig. 1 y 2 General view of the Monastery, and High Altar. Architecs M. Correa and G. Guarda. Archivo Monumentos Nacionales. Fig 3 , High Altar Photographs S. Segeur

ALTAR MAYOR

El altar principal nace como punto de convergencia de dos volúmenes cúbicos que representan el concepto de reunión entre los fieles y monjes. La intersección formal es interrumpida por el quiebre de los planos verticales en las aristas laterales, punto en donde el ingreso de la luz crea un espacio para el desarrollo del acto contemplativo de la eucaristía.

ALTAR DE LA VIRGEN

El segundo momento contemplativo es el altar de la virgen, creado a partir de los vértices de uno de los cubos y la plataforma de acceso. Este, es el punto focal tanto en el acceso de los fieles como del coro de los monjes. El quiebre de los dos planos que constituyen el nicho permiten el acceso de la luz que disminuye al acercarse al centro. Esta operación tensiona la visión del observador direccionándola hacia el centro de la escultura.

RAMPA DE ACCESO

En el costado izquierdo el muro se perfora horizontalmente en dirección Sur – Oeste, desplazando uno de los planos hacia el exterior dejando que la luz ingrese y se refleje en los muros blancos. La geometría curva del muro de acceso contrasta con el eje longitudinal de la rampa, la iluminación inferior refuerza el acto de guiar al visitante al Altar de la Virgen.

MAIN ALTAR

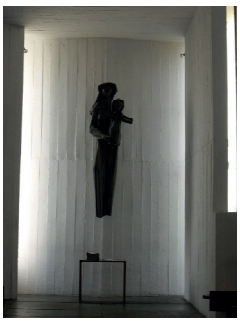
The main altar is born as a point of convergence of two cubic volumes representing the concept of the meeting between the faithful and the monks. The formal intersection is interrupted by the break of the vertical planes at the lateral edges, a point where the entrance of light creates a space for the development of the contemplative act of the Eucharist.

ALTAR OF THE VIRGIN

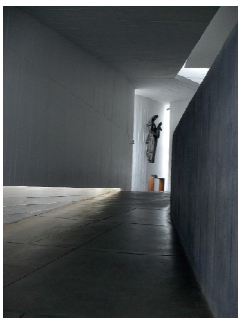
The second contemplative moment is the altar of the virgin, created from the vertices of one of the cubes and the access platform. This place is the focal point for the faithful and the monks' choir access. The break of the two planes that constitute the niche allows the access of light that diminishes as it approaches the center. This operation tensions the observer's vision by directing it towards the sculpture's center.

ACCESS RAMP

On the left side, the wall is perforated horizontally in a southwest direction, displacing one of the planes towards the outside, allowing the light to enter and reflect on the white walls. The curved geometry of the access wall contrasts with the longitudinal axis of the ramp, and the lower lighting reinforces the act of guiding the visitor to the Altar of the Virgin.







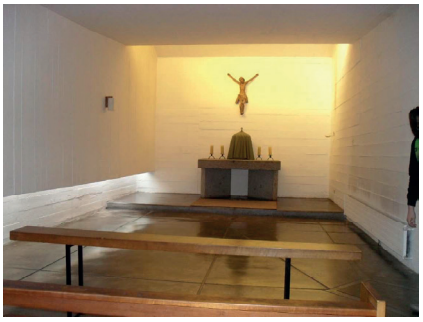


Fig. 4 Altar de la Virgen – Fig 5 y 6 Rampa de Acceso - Fig 7 Capilla del Santísimo Fotografías S. Segeur
Fig. 4 Altar of the Virgin - Fig 5 and 6 Acces Ramp - Fig 7 Chapel of the Most Holy Sacrament Photographs S. Segeur

CAPILLA DEL SANTÍSIMO

El volumen paralelepípedo que da origen a la Capilla del Santísimo se ubica como continuación del espacio de los fieles y paralelo al cuerpo del Altar Mayor. La iluminación se origina en dos lucernarios, uno de ellos ilumina el altar, destacando la mesa del tabernáculo y la imagen principal de la capilla, su color amarillo le da una identidad única al espacio. Un segundo lucernario ilumina el espacio longitudinalmente, la luz se hace presente mediante el reflejo en los planos del cerramiento lateral.

CONCLUSIONES

El espacio creado en cada uno de los actos de la Iglesia se caracteriza por dos conceptos que se complementan la geometría y la luz. Los cuerpos del proyecto se intersecan en sus aristas punto en donde la luz es canalizada al interior del espacio con distintas intensidades y se refleja en los planos sobre las paredes blancas de la Iglesia. La iluminación perimetral crea espacios contemplativos que llaman a la oración y la reflexión, pero que a la vez, destaca tanto el punto focal como la forma en que espera que el observador se acerque a él.

CHAPEL OF THE MOST HOLY SACRAMENT

The parallelepiped volume that gives origin to the Chapel of the Holy Sacrament is a continuation of the space for the faithful and parallel to the body of the High Altar. The illumination originates in two skylights, one of which illuminates the altar, highlighting the tabernacle table and the main image of the chapel; its yellow color gives a unique identity to the space. A second skylight illuminates the space longitudinally, and the light is present through reflection on the lateral enclosure planes.

CONCLUSIONS

The space created in each of the acts of the church is characterized by two concepts that complement each other: geometry and light. The bodies of the project intersect at their edges, where light is channeled into the interior of the space with different intensities and is reflected in the planes on the church's white walls. The perimeter lighting creates contemplative spaces that call for prayer and reflection but simultaneously highlight both the focal point and the way the observer is expected to approach it.

LA LUZ COMO RECURSO NATURAL EN ÁMBITO RELIGIOSO. COMPLEJO SAN PEDRO MÁRTIR DE FISAC, M.

LIGHT AS A NATURAL RESOURCE IN THE RELIGIOUS SPHERE. SAN PEDRO MÁRTIR DE FISAC COMPLEX, M.

Graziella Bernardo
Researcher and professor in Architectural Engineering at the Department for Humanistic, Scientific, and Social Innovation.Dipartimento per l'Innovazione Umanistica, Scientifica e Sociale - D.I.U.S.S.Università degli Studi della Basilicata, Matera, Italia. Emai: graziella.bernardo@unibas.it
Luis Manuel Palmero Iglesias
Researcher and professor in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València, Building Engineer, Master in Concrete Engineering, PhD by the UPV and Università of Florence, Italy.Dr.h.C. by Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture. E-mail:lpalmero@csa.upv.es
Suzanne Sigeur
Doctoral School; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia
Senior Lecturer, PhD UPV. E-mail:susevil1@doctor.upv.es
Natalia Caicedo
Departamento de Planificación y Ordenación Territorial. Universidad Tecnológica Metropolitana,4. Santiago de Chile, Chile. Email: ncaicedo@utem.cl

Abstract

Light is the physical agent that allows objects to be visible just like radiation, natural lighting presents great benefits and advantages for people; it is also directly related to well-being and health. Well-lit spaces bring feelings of joy and satisfaction to their users, even our spatial perception changes when we "see them", perceiving them as more spacious. In architecture, the treatment of lighting represents an obligatory and detailed study to create compositional solutions that achieve comfort and visual satisfaction. Architecture is the wise, correct and magnificent play of volumes under the light... proclaimed Le Corbusier. A suitably lit space and appropriate lighting depending on the orientation can serve as an effective architectural resource in the project. On the other hand, light pollution can generate tensions and harmful situations. In the religious architecture of modern architecture, its architects had a special concern in the relationship between natural light and space. Possibly projecting thinking of the Gothic cathedrals where the light penetrated in communion with the spirituality of the moment and the space must have been a receiver of inner peace and recollection.

Keywords
Natural light, architectural resource, Fisac M., modern religious architecture

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

LA LUZ COMO RECURSO NATURAL EN ÁMBITO RELIGIOSO. COMPLEJO SAN PEDRO MÁRTIR DE FISAC, M.

LIGHT AS A NATURAL RESOURCE IN THE RELIGIOUS SPHERE. SAN PEDRO MÁRTIR DE FISAC COMPLEX, M.

Bernardo, G.[1]; Palmero Iglesias, L.[2,3]; Segeur Suzanne. [3,4] ; Caicero, N.
DIUSS Università della Basilicata [1]; Construcciones Arquitectónicas[2]; Universitat Politècnica de València[3]; ETS. Ingeniería de Edificación[4]; Escuela de Doctorado_UPV[5]; PYOT Utem4 [5]

INTRODUCCIÓN: ILUMINACIÓN NATURAL. ASPECTOS ARQUITECTÓNICOS

La luz es el agente físico que permite que los objetos sean visibles al igual que la radiación, la iluminación natural presenta grandes beneficios y ventajas para las personas; asimismo está directamente relacionada con el bienestar y la salud. Los espacios bien iluminados, aportan sensaciones de alegría y satisfacción a sus usuarios, incluso nuestra percepción espacial cambia al "verlos", percibiéndoles como de mayor amplitud. En arquitectura, el tratamiento de la iluminación, representa un obligado y detallado estudio para realizar soluciones compositivas, que alcance el confort y satisfacción visual. *Arquitectura es el juego sabio, correcto y magnífico de los volúmenes bajo la luz*... proclamaba Le Corbusier. Un espacio convenientemente iluminado y una iluminación apropiada en función de la orientación, puede servir recurso arquitectónico eficaz en el proyecto. En cambio, la contaminación lumínica, pueden generar tensiones y situaciones perjudiciales. En la arquitectura religiosa de la arquitectura moderna sus arquitectos, tuvieron una especial preocupación en la relación de luz natural y espacio. Posiblemente proyectando pensando en las catedrales góticas donde la luz penetraba en comunión con la espiritualidad del momento y el espacio debía de ser un receptor de paz interior y recogimiento.

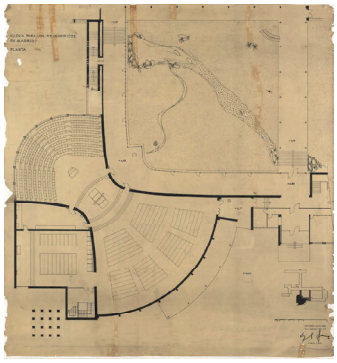
La arquitectura de Miguel Fisac parte de la concepción filosófica de Tao-Te-Ching (s. VI a C.) dónde se define el espacio acotado como "cuatro paredes y un techo no son arquitectura, sino el aire que queda dentro". Fisac asume este lenguaje arquitectónico y lo adapta a la arquitectura religiosa como "*un trozo de aire sagrado*". Artista con unas convicciones religiosas muy profundas, creará sus iglesias buscando una sacralización del espacio mediante la utilización de los materiales y su iluminación. Su obra presenta rasgos modernos, racionalistas y expresionistas, donde su faceta de arquitecto avanzaba al mismo tiempo que su faceta como inventor, dando origen a una obra completamente personal.

INTRODUCTION: NATURAL LIGHTING. ARCHITECTURAL ASPECTS

Light is the physical agent that allows objects to be visible just like radiation, natural lighting presents great benefits and advantages for people; it is also directly related to well-being and health. Well-lit spaces bring feelings of joy and satisfaction to their users, even our spatial perception changes when we "see them", perceiving them as more spacious. In architecture, the treatment of lighting represents an obligatory and detailed study to create compositional solutions that achieve comfort and visual satisfaction. Architecture is the wise, correct and magnificent play of volumes under the light... proclaimed Le Corbusier. A suitably lit space and appropriate lighting depending on the orientation can serve as an effective architectural resource in the project. On the other hand, light pollution can generate tensions and harmful situations. In the religious architecture of modern architecture, its architects had a special concern in the relationship between natural light and space. Possibly projecting thinking of the Gothic cathedrals where the light penetrated in communion with the spirituality of the moment and the space must have been a receiver of inner peace and recollection.

Miguel Fisac's architecture is based on the philosophical conception of Tao-Te-Ching (6th century BC) where the bounded space is defined as "four walls and a roof are not architecture, but the air that remains inside". Fisac takes on this architectural language and adapts it to religious architecture as "a piece of sacred air". An artist with very deep religious convictions, he created his churches seeking a sacralization of the space through the use of materials and lighting. His work has modern, rationalist and expressionist features, where his facet as an architect advanced at the same time as his facet as an inventor, giving rise to a completely personal work.





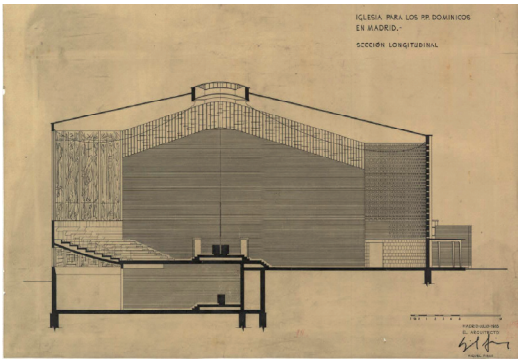
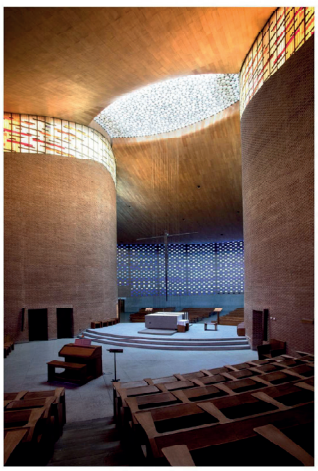


Fig. 1 a 3, imagen del conjunto y planimetría del complejo de San pedro Mártir, PP Dominicos, Madrid. Arquitecto Miguel Fisac, 1955-60. Fuente: Fundación M.,Fisac
Fig. 1 to 3, image of the complex and plan of San Pedro Mártir, PP Dominicos, Madrid. Architect Miguel Fisac, 1955-60. Source: Fundación M.,Fisac

Los fundamentos del espacio dinámico ya están patentes en esta iglesia de convexos muros de ladrillo rudo y muy texturado por la llaga rehundida, y techo de madera suavemente curvado hacia el centro, así como la forma de utilizar la luz y el color persiguen el mismo objetivo cinético y adquieren un papel protagonista con decidido "*crescendo*" hacia el centro. El muro del fondo de la nave, por donde accede el público, está perforado por una retícula de ladrillos vítreos en distintos tonos de azul, y van pasando de los tonos fríos azulados a los cálidos dorados según se aproximan al altar. En cambio, el fondo del coro es todo él una gran vidriera de tonos rojos, que aluden al martirio de San Pedro y que fue realizada por el vitralista austriaco Adolfo Winterlich, Fisac emplea tonos rojos en un escenario imaginario de potencia sensual. La capilla del sagrario, más baja y de planta cuadrada, es un espacio de recogimiento confiado a intensos tonos ámbar que producen un efecto monocromático y una sensación de misterio.

The fundamentals of dynamic space are already evident in this church with convex walls of rough brick and highly textured by the sunken sore, and a wooden roof gently curved towards the centre, as well as the way of using light and colour that pursue the same kinetic objective and take on a leading role with a decisive "crescendo" towards the centre. The wall at the back of the nave, through which the public enters, is pierced by a grid of vitreous bricks in different shades of blue, and they go from cold bluish tones to warm gold as they approach the altar. On the other hand, the back of the choir is all a large stained glass window of red tones, which allude to the martyrdom of Saint Peter and which was made by the Austrian stained glass artist Adolfo Winterlich, Fisac uses red tones in an imaginary scenario of sensual power. The chapel of the tabernacle, lower and with a square floor plan, is a space of recollection entrusted to intense amber tones that produce a monochromatic effect and a sense of mystery.



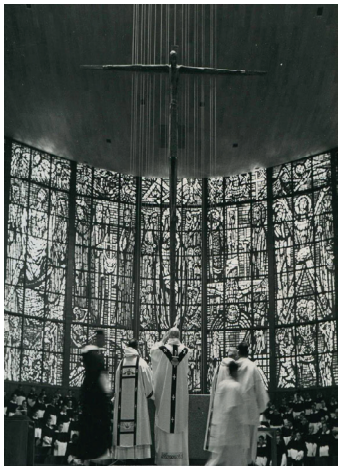


Fig. 4 a 7, imagen del interior de San Pedro Mártir, Arq. Miguel Fisac, 1955-60. Fuente DOCOMOMO Ibérico. Fotografías L. Argüelles

DELGADO ORUSCO, Eduardo, "Las iglesias de Miguel Fisac", en FERNÁNDEZ COBIsan *Arquitecturas de lo sagrado, Memoria y royecto*, 2009, Netbiblio, HURTADO TORÁN, E., CANOSA BENÍTEZ, S. "Convento, teologado e iglesia de San Pedro Mártir de los Padres Dominicos", en SERVICIO HISTÓRICO COAM, coord., *Arquitectura de Madrid. Periferia*, tomo 3, Fundación Arquitectura COAM/Comunidad de Madrid/Ayuntamiento de Madrid/Fundación Caja Madrid, Madrid, 2007. Otras fuentes: Docomomo Iberico y Fundación Fisac, Madrid.

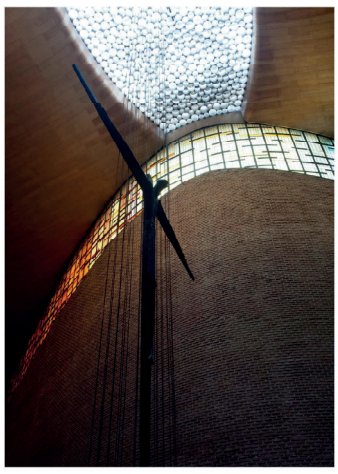




Fig. 4 to 7, image of the interior of San Pedro Mártir, Miguel Fisac, 1955-60. Source: Iberian DOCOMOMO. Photo. L. Argüelles

DELGADO ORUSCO, Eduardo, "Las iglesias de Miguel Fisac", in FERNÁNDEZ COBIsan Arquitecturas de lo sagrado, Memoria y royecto, 2009, Netbiblio. HURTADO TORÁN, E., CANOSA BENÍTEZ, S. "Convent, theologate and church of San Pedro Mártir de los Padres Dominicos", in SERVICIO HISTÓRICO COAM, coord., Arquitectura de Madrid. Periferia, tomo 3, Fundación Arquitectura COAM/Comunidad de Madrid/Ayuntamiento de Madrid/Fundación Caja Madrid, Madrid, 2007. Other sources: Docomomo Iberico and Fundación Fisac, Madrid.

CHAPTER 5

TECHNOLOGY

CAPÍTULO 5 TECNOLOGÍA

ANÁLISIS EN LABORATORIO DE HORMIGONES FABRICADOS CON RESIDUOS DE DEMOLICIÓN

DURABILITY PERFORMANCE OF CONCRETE MADE WITH DEMOLITION WASTE

Josep Ramon Lliso-Ferrando
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Laura Mata-Rodríguez
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: laumarod@alumni.upv.es
Architecture School, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: laumarod@alumni.upv.es
Ana Martínez-Ibernón
Investigadora en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Isabel Gasch-Molina
Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: igasch@mes.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: igasch@mes.upv.es
José Manuel Gandía-Romero
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: joganro@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: joganro@csa.upv.es
Manuel Valcuende Payá
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es

Abstract

Reinforced concrete plays an important role in the internal development of countries. Reinforced concrete is central to the construction industry, standing as the most widely used building material in the world, mainly due to its mechanical properties, durability, low cost of raw materials used for its manufacture, or their availability. However, for its manufacture, the reinforced concrete industry relies heavily on aggregates such as sand, gravel, and crushed stone, which are indispensable for its production. However, the extraction and processing of these aggregates has a significant environmental impact, as they lead to the disruption of natural ecosystems, contribute to CO_2 emissions, and require considerable consumption of resources such as water and energy. In addition, the extraction process can lead to soil erosion and habitat loss, exacerbating the negative effects on the environment. This paper presents the laboratory study of different parameters related to concrete durability of mixtures prepared with demolition waste from reinforced concrete constructions. In this case, up to 40% of coarse aggregates were partially replaced.

Keywords
Recycled Concrete, Durability, Porosity, Resistivity, Chloride Induced Corrosion

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

ANÁLISIS EN LABORATORIO DE HORMIGONES FABRICADOS CON RESIDUOS DE DEMOLICIÓN

DURABILITY PERFORMANCE OF CONCRETE MADE WITH DEMOLITION WASTE

J.R. Lliso-Ferrando[1,2], L. Mata-Rodríguez[3], A. Martínez-Ibernón[1,2], I. Gasch Molina[1], J.M. Gandía-Romero[1,2], M. Valcuende Payá[2].
III. Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (Universitat Politècnica de València)[1]. Dpto. Construcciones Arquitectónicas (Universitat Politècnica de València)[2]. Escuela de Técnica Superior de Arquitectura de Valencia (ETSA- Universitat Politècnica de València)[3]

INTRODUCCIÓN /INTRODUCTION

Reinforced concrete plays an essential role in the internal development of countries. Reinforced concrete is central to the construction industry, standing as the most widely used building material in the world, mainly due to its mechanical properties, durability, low cost of raw materials used for its manufacture, or their availability. However, for its manufacture, the reinforced concrete industry relies heavily on aggregates such as sand, gravel, and crushed stone, which are indispensable for its production. However, the extraction and processing of these aggregates has a significant environmental impact, as they lead to the disruption of natural ecosystems, contribute to CO_2 emissions, and require considerable consumption of resources such as water and energy. In addition, the extraction process can lead to soil erosion and habitat loss, exacerbating the negative effects on the environment. This paper presents the laboratory study of different parameters related to concrete durability of mixtures prepared with demolition waste from reinforced concrete constructions. In this case, up to 40% of coarse aggregates were partially replaced.

HORMIGÓN ARMADO: FUNDAMENTAL COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN/
REINFORCED CONCRETE: ESSENTIAL AS A CONSTRUCTION MATERIAL

↓

PROBLEMÁTICA: IMPACTO QUE GENERA LA EXTRACCIÓN DE ÁRIDOS/
PROBLEM: IMPACT OF AGGREGATES EXTRACTION

↓

RESPUESTA: UTILIZACIÓN DE ÁRIDOS RECICLADOS (AQUELLOS QUE PROVIENEN DE LA DEMOLICIÓN DE CONSTRUCCIONES DE HORMIGÓN)/ ANSWER: USE OF RECYCLED AGGREGATES (THOSE COMING FROM THE DEMOLITION OF CONCRETE CONSTRUCTIONS)

↓

NECESIDAD: EVALUAR LA DURABILIDAD DE HORMIGONES FABRICADOS CON ÁRIDOS RECICLADOS/
NEED: TO ASSESS THE DURABILITY OF CONCRETES MADE FROM RECYCLED AGGREGATES

PLAN EXPERIMENTAL / EXPERIMENTAL PLAN

Hormigones preparados. | Manufactured concretes.

Dosificaciones base para la obtención de material reciclado (kg/m³). Dosages for obtaining recycled material (kg/m³).	Hormigón 0,6/ Concrete type 0,6	Hormigón 0,8/ Concrete type 0,8
Relación agua/cemento / Water/cement ratio	0.6	0.8
Cemento / Cement	306	230
Agua / Water	180	180
Superplastificante / Superplasticizer	3.06	2.30
Arena 0/4 / Sand 0/4	1231	1231
Grava 4/20 / Gravel 4/20	740	740

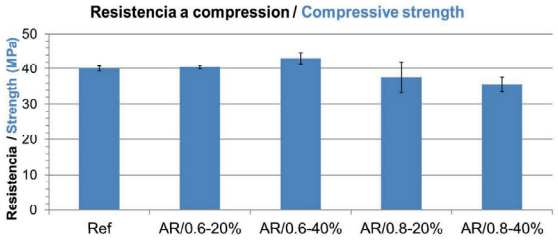
Dosificaciones fabricadas (kg/m³). Manufactured dosages (kg/m³).	Ref	AR/0.6-20%	AR/0.6-40%	AR/0.8-20%	AR/0.8-40%
Relación agua/cemento / Water/cement ratio	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Cemento / Cement	320.00	320.00	320.00	320.00	320.00
Agua / Water	192.00	192.00	192.00	192.00	192.00
Superplastificante / Superplasticizer	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
Arena 0/4 / Sand 0/4	1160.85	1160.85	1160.85	1160.85	1160.85
Grava 4/20 / Gravel 4/20	773.25	618.60	463.95	618.60	463.95
Grava Reciclada / Recycled Gravel	-	154.65	309.30	154.65	309.30

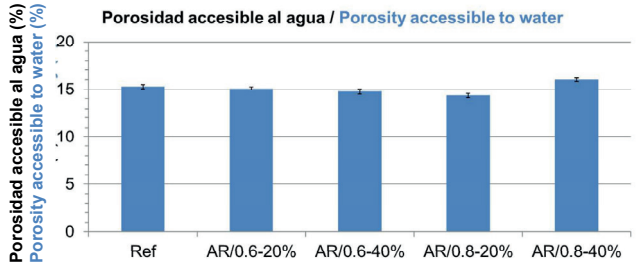


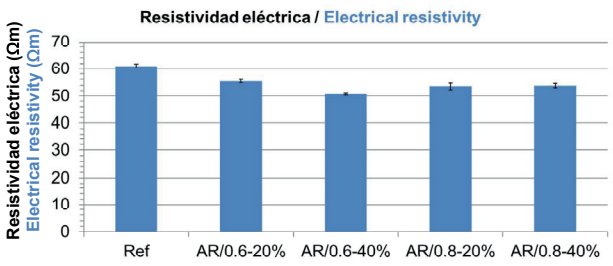
RESULTADOS / RESULTS

Ensayos relacionados con la durabilidad de las mezclas preparadas. | Tests related to the durability of the prepared mixtures.

Resultados (y coeficientes de variación, CV). Results (and Coefficient of Variation, CoV).	Ref	AR/0.6-20%	AR/0.6-40%	AR/0.8-20%	AR/0.8-40%
Resistencia a compresión (MPa) / Compressive strength (MPa)	40,01 (0,70)	40,35 (0,44)	43,01 (1,52)	37,61 (4,35)	35,62 (2,03)
Porosidad accessible al agua (%) / Porosity accessible to water (%)	15,30 (0,22)	15,10 (0,19)	15,75 (0,27)	14,32 (0,22)	16,03 (0,19)
Resistencia a la carbonatación (mm/día) / Carbonation resistance (mm/day)	1,63	1,77	1,70	1,63	1,57
Coeficiente de difusión de cloruros (x10^{-12} m²/s) / Non-steady state migration coefficient (x10^{-12} m²/s)	14,16 (1,49)	19,42 (2,89)	17,52 (4,49)	17,46 (1,71)	20,80 (1,37)
Resistividad eléctrica (Ωm) / Electrical resistivity (Ωm)	60,92 (0,80)	55,46 (0,62)	50,66 (0,31)	53,54 (1,22)	53,83 (0,81)







CONCLUSIONES / CONCLUSIONS

Este estudio ha permitido demostrar que la utilización de residuos provenientes de demoliciones de construcciones de hormigón armado es una alternativa real para reducir el consumo de áridos, en este caso gravas, para la producción de hormigón. Sin embargo, se deben tener en cuenta dos aspectos claves:
•el hormigón producido puede presentar una merma en la durabilidad, sobre todo, un descenso significativo en la resistencia a la penetración de cloruros, de acuerdo con los ensayos realizados;
•por otro lado, las características del hormigón que origina los residuos que se emplearán para sustituir el árido grueso pueden condicionar las propiedades del nuevo hormigón, por lo que se deberán hacer ensayos previos de las construcciones que serán demolidas para asegurar unos mínimos que garanticen propiedades adecuadas en los nuevos hormigones.

This study has shown that the use of waste from demolition of reinforced concrete constructions is a real alternative to reduce the consumption of aggregates, in this case gravel, to produce concrete. However, two key aspects must be considered:
•the concrete produced may show minor durability, in particular a significant decrease in resistance to chloride penetration, according to the tests carried out;
•on the other hand, the characteristics of the concrete that originates from the waste that will be used to replace the coarse aggregate may condition the properties of the new concrete, so that prior tests must be carried out on the constructions that will be demolished to ensure minimum standards that guarantee adequate properties in the new concrete.

©2025, ETS de Ingeniería de Edificación, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA - 192

INFLUENCIA DEL CURADO EN LA DURABILIDAD DEL HORMIGÓN ARMADO. PARTE 1. CARACTERIZACIÓN DEL HORMIGÓN

CURING CONDITIONS INFLUENCE ON THE DURABILITY OF REINFORCED CONCRETE. PART 1. CONCRETE CHARACTERISATION

Josep Ramon Lliso-Ferrando
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Ana Martínez-Ibernón
Investigadora en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Pablo Monzón-Bello
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: pabmonb1@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. E-mail: pabmonb1@csa.upv.es
Isabel Gasch-Molina
Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: igasch@mes.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: igasch@mes.upv.es
José Manuel Gandía-Romero
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: joganro@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: joganro@csa.upv.es
Manuel Valcuende Payá
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es

Abstract

Curing conditions directly influence the durability and ultimate strength of concrete. Proper curing controls moisture loss and promotes cement hydration, which improves compaction of the cementitious matrix and impacts on steel-concrete bond. However, inadequate curing practices can result in increased porosity, especially in the outermost layers, which facilitates the entry of aggressive agents. This can lead to reduced durability of reinforced concrete structures and constructions. In this two-part study, a characterisation work of three concretes produced with different water/cement ratios (0.85, 0.65 and 0.45) is presented. For each dosage, two batches were produced, one cured under optimum conditions (curing chamber 20±2ºC and Relative Humidity higher than 90%) and the other without any treatment. This first part contains the results obtained from the characterisation tests carried out. The second part of the study covers the corrosion monitoring work of reinforced concrete specimens subjected to different exposure environments (XS2 and XS3).

Keywords
Concrete, Curing Conditions, Durability, Laboratory Characterisation

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

INFLUENCIA DEL CURADO EN LA DURABILIDAD DEL HORMIGÓN ARMADO. PARTE 1. CARACTERIZACIÓN DEL HORMIGÓN

CURING CONDITIONS INFLUENCE ON THE DURABILITY OF REINFORCED CONCRETE. PART 1. CONCRETE CHARACTERISATION

J.R. Lliso-Ferrando[1,2], A. Martínez-Ibernón[1,2], P. Monzón-Bello[2], I. Gasch Molina[1], J.M. Gandía-Romero[1,2], M. Valcuende Payá[2]
III. Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (Universitat Politècnica de València)[1]. Dpto. Construcciones Arquitectónicas (Universitat Politècnica de València)[2].

INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION

Curing conditions directly influence the durability and ultimate strength of concrete. Proper curing controls moisture loss and promotes cement hydration, which improves compaction of the cementitious matrix and impacts on steel-concrete bond. However, inadequate curing practices can result in increased porosity, especially in the outermost layers, which facilitates the entry of aggressive agents. This can lead to reduced durability of reinforced concrete structures and constructions. In this two-part study, a characterisation work of three concretes produced with different water/cement ratios (0.85, 0.65 and 0.45) is presented. For each dosage, two batches were produced, one cured under optimum conditions (curing chamber 20±2ºC and Relative Humidity higher than 90%) and the other without any treatment. This first part contains the results obtained from the characterisation tests carried out. The second part of the study covers the corrosion monitoring work of reinforced concrete specimens subjected to different exposure environments (XS2 and XS3).

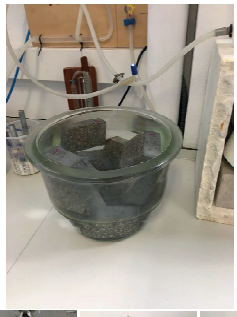
HORMIGÓN ARMADO/ REINFORCED CONCRETE → Tras fabricación / After mixing → CONTENIDO DE HUMEDAD ALTO/ HIGH MOISTURE CONTENT → Garantizar / Ensure → CORRECTA HIDRATACIÓN DEL CEMENTO/ PROPER HYDRATION OF CEMENT → Curado / Curing process → GARANTIZARÁ UNA DURABILIDAD ADECUADA/ ENSURE PROPER DURABILITY

ESTUDIO TRANSVERSAL QUE LO DEMUESTRA/ CROSS-SECTIONAL STUDY DEMONSTRATING THIS

PLAN EXPERIMENTAL / EXPERIMENTAL PLAN

Hormigones preparados y ensayos realizados. | Manufactured concretes and performed tests.

Dosificaciones fabricadas (kg/m³). Manufactured dosages (kg/m³).	0.45	0.65	0.85
Relación agua/cemento / Water/cement ratio	0.45	0.65	0.85
Agua / Water	185.91	186.55	186.89
Cemento / Cement	417.8	289.2	221.2
Superplastificante / Superplasticizer	2.09	1.45	1.11
Arena 0/4 / Sand 0/4	1,183.32	1,255.93	1,294.37
Grava 4/20 / Gravel 4/20	665.95	706.81	728.45

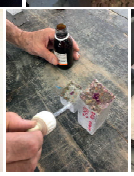













RESULTADOS / RESULTS

Ensayos relacionados con la durabilidad de las mezclas preparadas. | Tests related to the durability of the prepared mixtures.

Resultados (y coeficientes de variación, CV). Results (and Coefficient of Variation, CoV).	0.85-CA	0.85-CC	0.65-CA	0.65-CC	0.45-CA	0.45-CC
Resistencia a compresión/	21,57	24,12	25,75	31,02	34,59	40,08
Compressive strength, f_c, (MPa)	(2,14)	(1,69)	(3,45)	(2,12)	(2,64)	(3,21)
Porosidad accesible al agua/	17,66	17,09	14,96	14,27	13,98	13,37
Porosity accessible to water, (%)	(1,11)	(1,19)	(1,45)	(0,97)	(2,12)	(0,74))
Absorción por capilaridad/	89,42	68,91	75,95	59,63	65,11	48,36
Capillary absorption, (kg/m²min$^{0.5}$)	(7,89)	(6,47)	(7,13)	(7,67)	(3,64)	(8,93)
Permeabilidad al gas/	1125,37	963,54	987,11	748,34	618,79	257,14
Gas permeability, (m^2)	(110,25)	(89,97)	(37,94)	(128,77)	(264,30)	(57,63)
Difusión de cloruros/	68,96	54,86	52,36	41,58	43,78	35,68
Chloride diffusion, D_{nssm}, (m^2/s)	(17,32)	(23,64)	(17,69)	(15,11)	(12,77)	(8,97)
Resistencia a carbonatación (mm/año)/	135,09	67,54	91,91	62,93	86,95	54,39
Carbonation resistance, (mm/year)	(2,46)	(1,21)	(1,77)	(1,73)	(1,45)	(1,23)
Resistividad/	35,75	42,31	58,60	63,87	70,01	82,05
Resistivity, (Ωm)	(5,05)	(8,14)	(7,31)	(6,17)	(3,45)	(4,97)

CONCLUSIONES / CONCLUSIONS

El curado del hormigón es un proceso fundamental para garantizar su durabilidad y resistencia a largo plazo. Este procedimiento permite la hidratación adecuada del cemento, asegurando que se forme una estructura sólida y homogénea. Tal y como demostrado los resultados, esto puede tener una gran influencia en la durabilidad del material, sobre todo en mezclas de calidad muy baja (como los hormigones con relaciones agua/cemento 0,85 y 0,65). En hormigones de mejor calidad, como las mezclas con relación agua/cemento 0,45 como las analizadas en este estudio la influencia del curado, aunque menos evidente, también ha demostrado generar una merma en diferentes propiedades relacionadas con la durabilidad.
Este trabajo se diferencia del resto de los existentes actualmente en bibliografía en que abarca un estudio completo, analizando distintas propiedades relacionadas con la durabilidad del material y la influencia que un curado adecuado (cámara de curado) o inadecuado (curado expuesto a la atmósfera) puede tener en hormigones de distintas calidades sin ningún tipo de adición. Sin embargo, todavía no se ha validado el comportamiento en casos reales y a largo plazo, y no solo en ensayos de laboratorio realizados a 28 días. Debido a esto, en una segunda parte de este trabajo se presenta un estudio realizado sobre los mismos hormigones, pero en este caso, centrándose en la monitorización de la corrosión de armaduras embebidas. Esto permitirá apreciar la relación que puede tener el curado del hormigón en la durabilidad de las estructuras de hormigón armado desde el punto de vista de la corrosión.

Curing concrete is a fundamental process to guarantee its long-term durability and strength. This procedure allows for proper hydration of the cement, ensuring that a solid and homogeneous structure is formed. As the results have shown, this can have a great influence on the durability of the material, especially in very low-quality mixes (such as concretes with water/cement ratios of 0.85 and 0.65). In better quality concretes, such as the mixes with water/cement ratio 0.45 like the ones analysed in this study, the influence of curing, although less evident, has also been shown to generate a decrease in performance according to the different durability-related properties.
This work differs from the rest of those currently available in the literature in that it covers a complete study, analysing different durability-related properties of the material and the influence that adequate (curing chamber) or inadequate (curing exposed to the atmosphere) curing can have on concretes with different qualities without any type of addition. However, the behaviour has not yet been validated in real cases and in the long term, and not only in laboratory tests carried out at 28 days. Because of this, a second part of this work presents a study carried out on the same concretes, but in this case, focusing on the monitoring of the corrosion of embedded reinforcement. This will allow appreciating the relationship that concrete curing can have on the durability of reinforced concrete structures from the point of view of corrosion.

INFLUENCIA DEL CURADO EN LA DURABILIDAD DEL HORMIGÓN ARMADO. PARTE 2. MONITORIZACIÓN DE LA CORROSIÓN

INFLUENCE OF CURING CONDITIONS ON THE DURABILITY OF REINFORCED CONCRETE. PART 2. CORROSION MONITORING

Josep Ramon Lliso-Ferrando
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Tania Vanessa Yánez Albán
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Edificación (ETSIE), Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: tayaal@topo.upv.es
School of Building Engineering. Universitat Politècnica de València. E-mail: tayaal@topo.upv.es
José Enrique Ramón-Zamora
Investigador en el Grupo ISCMA, Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Serrano Galvache, 4, 28033, Madrid, España. E-mail: jose.ramon@ietcc.csic.es
Researcher in the ISCMA Group, Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Madrid. E-mail: jose.ramon@ietcc.csic.es
Ana Martínez-Ibernón
Investigadora en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Isabel Gasch-Molina
Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: igasch@mes.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: igasch@mes.upv.es
José Manuel Gandía-Romero
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: joganro@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: joganro@csa.upv.es
Manuel Valcuende Payá
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es

Abstract

In the first part of this study, the results obtained during the analysis of several durability-related properties of concretes cured in different conditions were presented. Although these results allow classifying the characteristics of concrete and can serve as durability indicators, it is necessary to analyse the performance of concretes in real cases. To this end, this part of the work presents a new case study: corrosion monitoring of reinforcement embedded in the same concretes studied previously. The reinforced concrete specimens were subjected to environmental exposures similar to those defined in the Spanish Standards as XS2 and XS3. Corrosion was monitored for more than one year using a previously validated corrosion measurement technique. The results accumulated to date have demonstrated the large differences between optimal curing, maintaining a high humidity level during the first 28 days, and inadequate curing, in this case, atmospheric conditions.

Keywords
Concrete, Curing Conditions, Durability, Corrosion Monitoring, Sensors

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

INFLUENCIA DEL CURADO EN LA DURABILIDAD DEL HORMIGÓN ARMADO. PARTE 2. MONITORIZACIÓN DE LA CORROSIÓN

CURING CONDITIONS INFLUENCE ON THE DURABILITY OF REINFORCED CONCRETE. PART 2. CORROSION MONITORING

J.R. Lliso-Ferrando[1,2], T. Yáñez Albán[3], J.E. Ramón-Zamora[4], A. Martínez-Ibernón[1,2], I. Gasch Molina[1], J.M. Gandía-Romero[1,2], M. Valcuende Payá[2]
III. Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (Universitat Politècnica de València)[1]. Dpto. Construcciones Arquitectónicas (Universitat Politècnica de València)[2]. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Edificación (ETSIE), (Universitat politécnica de València)[3]. Grupo ISCMA, Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)[4].

INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION

In the first part of this study, the results obtained during the analysis of several durability-related properties of concretes cured in different conditions were presented. Although these results allow classifying the characteristics of concrete and can serve as durability indicators, it is necessary to analyse the performance of concretes in real cases. To this end, this part of the work presents a new case study: corrosion monitoring of reinforcement embedded in the same concretes studied previously. The reinforced concrete specimens were subjected to environmental exposures similar to those defined in the Spanish Standards as XS2 and XS3. Corrosion was monitored for more than one year using a previously validated corrosion measurement technique. The results accumulated to date have demonstrated the large differences between optimal curing, maintaining a high humidity level during the first 28 days, and inadequate curing, in this case, atmospheric conditions.

HORMIGÓN ARMADO/ REINFORCED CONCRETE → Tras fabricación / After mixing → CONTENIDO DE HUMEDAD ALTO/ HIGH MOISTURE CONTENT → Garantizar / Ensure → CORRECTA HIDRATACIÓN DEL CEMENTO/ PROPER HYDRATION OF CEMENT → Curado / Curing process → GARANTIZARÁ UNA DURABILIDAD ADECUADA/ ENSURE PROPER DURABILITY

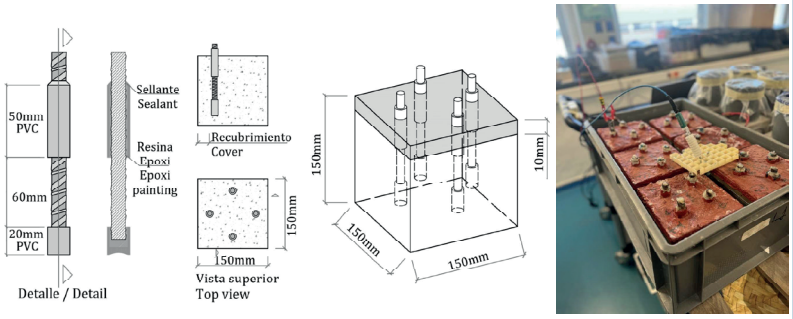
RESPUESTA DE LOS HORMIGONES EN CASOS REALES (XS2-XS3)/ CORROSION PERFORMANCE OF REINFORCED CONCRETE UNDER REAL EXPOSURE CONDITIONS (XS2-XS3)

ESTUDIO TRANSVERSAL QUE LO DEMUESTRA/ CROSS-SECTIONAL STUDY DEMONSTRATING THIS

PLAN EXPERIMENTAL / EXPERIMENTAL PLAN

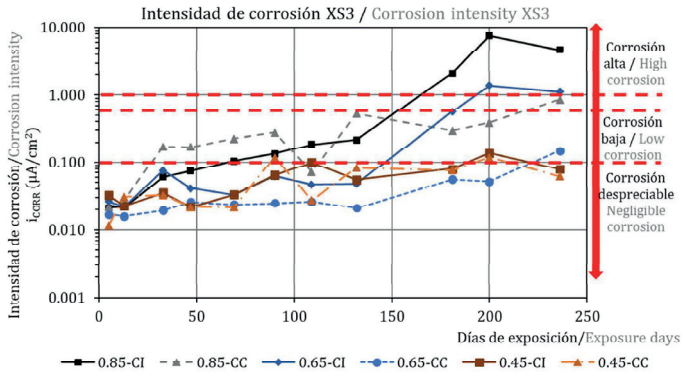
Hormigones preparados y probetas de estudio. — Manufactured concretes test specimens.

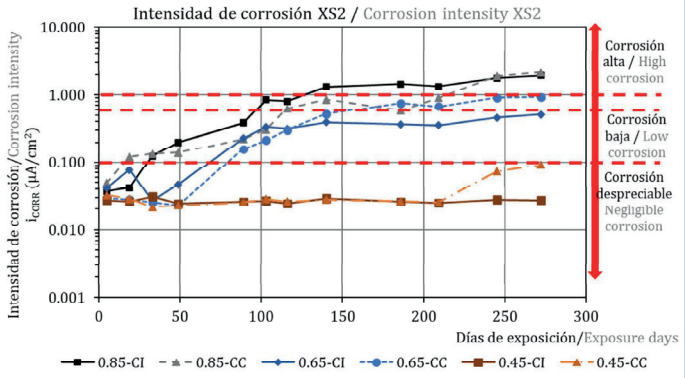
Dosificaciones fabricadas (kg/m³). Manufactured dosages (kg/m³).	0.45	0.65	0.85
Relación agua/cemento / Water/cement ratio	0.45	0.65	0.85
Agua / Water	185.91	186.55	186.89
Cemento / Cement	417.8	289.2	221.2
Superplastificante / Superplasticizer	2.09	1.45	1.11
Arena 0/4 / Sand 0/4	1,183.32	1,255.93	1,294.37
Grava 4/20 / Gravel 4/20	665.95	706.81	728.45

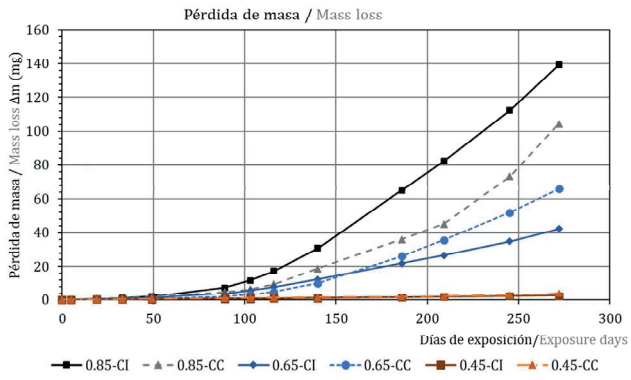


RESULTADOS / RESULTS

Resultados obtenidos durante la monitorización de la corrosión. — Corrosion monitoring results.







CONCLUSIONES / CONCLUSIONS

El presente estudio, junto con la primera parte que le precede han permitido analizar la influencia que el curado puede tener en las prestaciones del hormigón armado. En este trabajo se presenta un caso de monitorización de la corrosión en armaduras embebidas en distintos hormigones curados en cámara y curados al aire libre. La falta de un curado adecuado conduce a una merma en la durabilidad del material (mayor porosidad o menor resistencia a la penetración de agentes agresivos), lo que repercute en el desarrollo de procesos de corrosión más rápido, favoreciendo el daño acumulado. En este caso, se detectaron incrementos del daño de entre el 25% y el 40% en función de la calidad del hormigón. Sin embargo, en hormigones de mejor calidad, las diferencias fueron despreciables, demostrando que es necesario seguir con el estudio de monitorización.

The present study, together with the first part that precedes it, has made it possible to analyse the influence that curing can have on the performance of reinforced concrete. In this work, a case of corrosion monitoring of reinforcement embedded in different concretes cured in a chamber and cured in the open air is presented. The lack of adequate curing leads to a decrease in the durability of the material (higher porosity or lower resistance to the penetration of aggressive agents), which results in the development of faster corrosion processes, favouring the accumulated damage. In this case, damage increases of between 25% and 40% were detected, depending on the quality of the concrete. However, in better quality concrete, the differences were negligible, demonstrating that it is necessary to continue with the monitoring study.

AGRADECIMIENTOS / ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank the Generalitat Valenciana Government for the postdoctoral mobility scholarship granted to Josep Ramon Lliso Ferrando (CIBEST/2023/83).

EVALUACIÓN DE INHIBIDOR DE LA CORROSIÓN APLICADO EN SUPERFICIE EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO. PARTE 1. APLICACIÓN AL INICIO DE LA VIDA ÚTIL

SURFACE-APPLIED CORROSION INHIBITOR EVALUTAION ON REINFORCED CONCRETE STRUCTURES. PART 1. APPLICATION AT THE BEGINNING OF THE SERVICE LIFE

Josep Ramon Lliso-Ferrando
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Vanesa Pilar Nzang Ondo
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Edificación (ETSIE), Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: vanzaon@edificacion.upv.es
School of Building Engineering. Universitat Politècnica de València. E-mail: vanzaon@edificacion.upv.es
Ana Martínez-Ibernón
Investigadora en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Isabel Gasch-Molina
Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: igasch@mes.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: igasch@mes.upv.es
José Manuel Gandía-Romero
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: joganro@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: joganro@csa.upv.es
Manuel Valcuende Payá
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es

Abstract

Corrosion is one of the main causes of deterioration and durability loss in reinforced concrete structures. Environmental exposure conditions play a key role in this process, being, in the case of Valencia, determinant due to the proximity to the coast (marine environment). To prevent corrosion, it is common to find in the design codes and standards recommendations regarding the concrete cover or the quality of it. However, this is only useful for new structures. In the case of existing structures, it is much more complex to act to prevent corrosion. One of the most widespread methods is the use of corrosion inhibitors, with surface-applied corrosion inhibitors being the easiest to use. This paper presents a case study where corrosion was monitored for 8 months in reinforced concrete specimens made with six different concretes (exposure conditions XS3). For each concrete, 8 specimens were manufactured. In four specimens, a surface applied corrosion inhibitor (commercial model) was applied while no treatment was applied in the other four specimens. The results obtained allowed to demonstrate the impact on durability that the use of preventive methods can have on existing reinforced concrete structures located in marine environments.

Keywords
Concrete, Curing Conditions, Durability, Corrosion Monitoring, Sensors, Corrosion Inhibitor

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

EVALUACIÓN DE INHIBIDOR DE LA CORROSIÓN APLICADO EN SUPERFICIE EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO. PARTE 1. APLICACIÓN AL INICIO DE LA VIDA ÚTIL

SURFACE-APPLIED CORROSION INHIBITOR EVALUTAION ON REINFORCED CONCRETE STRUCTURES. PART 1. APPLICATION AT THE BEGINNING OF THE SERVICE LIFE

J.R. Lliso-Ferrando[1,2], V. Nzang Ondo[3], A. Martínez-Ibernón[1,2], I. Gasch Molina[1], J.M. Gandía-Romero[1,2], M. Valcuende Payá[2]
III. Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (Universitat Politècnica de València)[1]. Dpto. Construcciones Arquitectónicas (Universitat Politècnica de València)[2]. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Edificación (ETSIE), (Universitat politécnica de València)[3].

INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION

CORROSIÓN DE LAS ARMADURAS EN LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO / CORROSION OF REINFORCEMENTS IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

↓

UNA DE LAS PRINCIPALES CAUSASDE DETERIORO Y FALLO PREMATURO DE ESTAS ESTRUCTURAS / ONE OF THE MAIN CAUSES OF DETERIORATION AND PREMATURE FAILURE OF THESE STRUCTURES

↓

UTILIZACIÓN DE MECANISMOS PARA ASEGURAR UNA DURABILIDAD ADECUADA / USE OF MECHANISMS TO ENSURE ADEQUATE DURABILITY

↓

RECUBRIMIENTOS, DOSIFICACIÓN, ÚTILES PARA NUEVA CONSTRUCCIÓN / CONCRETE COVER, CONCRETE MIX, USEFUL FOR NEW CONSTRUCTION

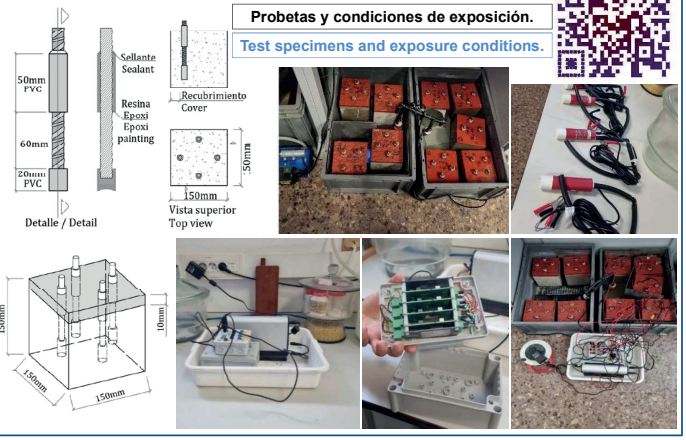
↓

INHIBIDOR DE LA CORROSIÓN ÚTIL PARA CONSTRUCCIONES EXISTENTES / CORROSION INHIBITOR USEFUL FOR EXISTING CONSTRUCTIONS

Monitorización de la corrosión sobre hormigones fabricados con distintas relaciones agua/cemento (0,45, 0,65 y 0,85) y curados en dos condiciones (curado en cámara, CC y curado a la intemperie, EI). Muestras donde se aplicó un inhibidor de la corrosión sobre la superficie antes de exposición (CI) y sin pasivador (SI). Condiciones de exposición similares a ambiente XS3./ Corrosion monitoring on concretes prepared with different water/cement ratios (0.45, 0.65 and 0.85) and cured under two conditions (curing chamber, CC, and atmospheric cured, EI). Samples where a corrosion inhibitor was applied on the surface before exposure (CI) and without passivator (SI). Exposure conditions like XS3 environment.

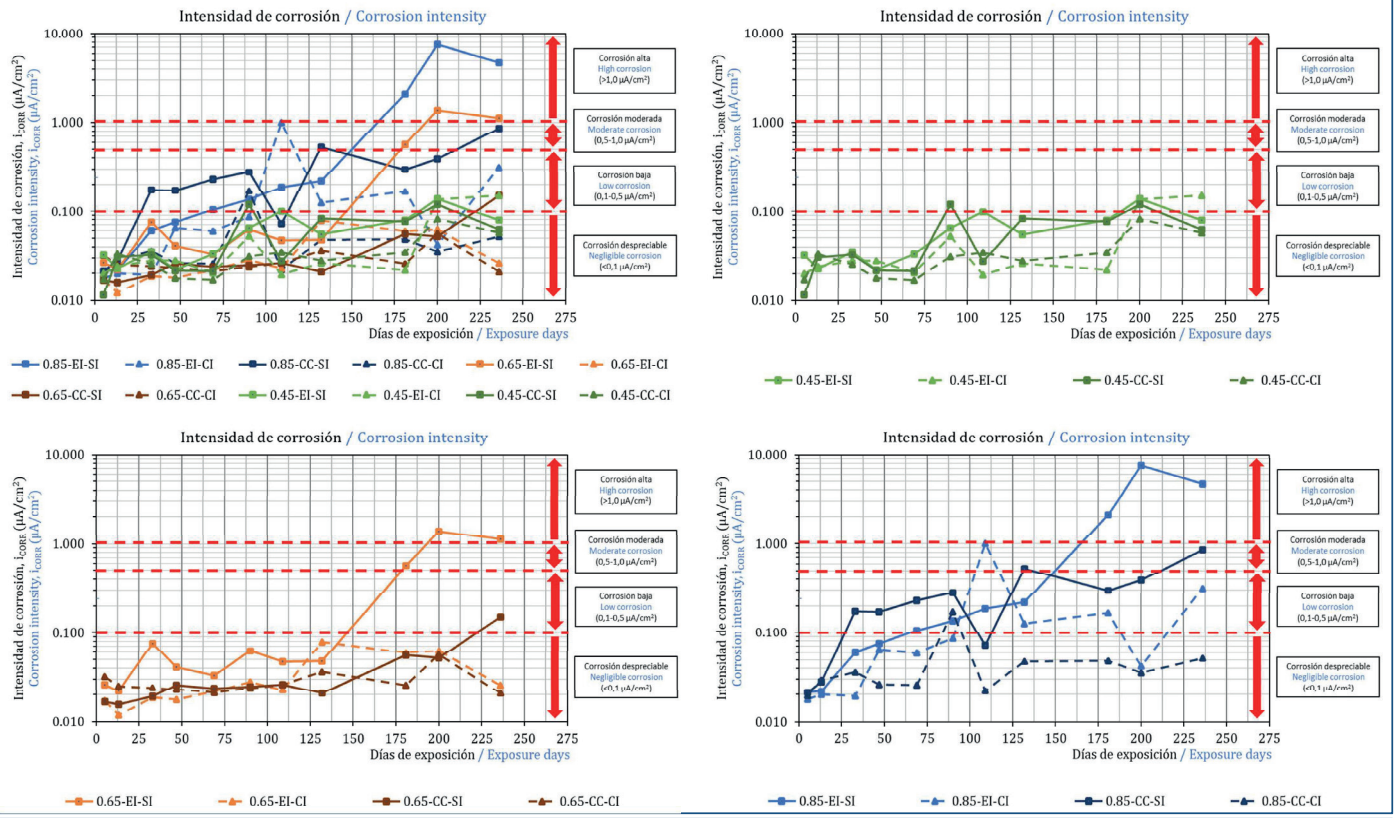
PLAN EXPERIMENTAL / EXPERIMENTAL PLAN

Probetas y condiciones de exposición.
Test specimens and exposure conditions.



RESULTADOS / RESULTS

Resultados obtenidos durante la monitorización de la corrosión.
Results obtained during corrosion monitoring.



CONCLUSIONES / CONCLUSIONS

A partir de los resultados obtenidos durante la monitorización de la corrosión, que se extendió durante casi un año, se pudieron observar diferentes aspectos. En los hormigones con relación agua/cemento 0,45 los niveles de corrosión observados fueron en todos los casos bajos durante todo el periodo, lo que impidió validar el estudio sobre esta variante. Sin embargo, en los hormigones con una relación agua/cemento 0,65 sí que se observaron diferencias. El grupo de estudio en el que no se aplicó el inhibidor de la corrosión en superficie se evidenció un cambio de tendencia, alcanzando valores más altos, superiores a 1 μA/cm2 en el caso de hormigón curado al aire, y de 0,1 μA/cm2 en el caso de la variante curado en cámara. Estos datos demuestran, por un lado, la influencia del curado, pero, sobre todo, la idoneidad del producto analizado, y cómo puede prevenir daños por corrosión en un ambiente muy agresivo. El estudio sobre hormigones con una relación agua/cemento 0,85 también demostró ser determinante arrojando datos con mayor intensidad de corrosión. Los niveles de corrosión más altos se obtuvieron en el grupo de estudio sobre el que no se aplicó inhibidor de la corrosión (SP). En este caso, el hormigón no representa una aplicación real, pero fue determinante para obtener niveles de corrosión altos en un corto periodo de tiempo.

From the results obtained during the corrosion monitoring, which lasted for almost a year, different aspects could be observed. In the concretes with a water/cement ratio of 0.45, the corrosion levels observed were in all cases low during the entire period, which prevented validation of the study in this study variant. However, in concretes with a water/cement ratio of 0.65, differences were observed. The study group in which the surface corrosion inhibitor was not applied showed a change in trend, reaching higher values of more than 1 μA/cm2 in the case of air-cured concrete and 0.1 μA/cm2 in the case of the chamber-cured variant. These data demonstrate, on the one hand, the influence of curing, but, above all, the suitability of the product analysed, and how it can prevent corrosion damage in a very aggressive environment. The study on concretes with a water/cement ratio of 0.85 also proved to be decisive, yielding data with higher corrosion intensity. The highest corrosion levels were obtained in the study group on which no corrosion inhibitor (SP) was applied. In this case, the concrete does not represent a real application, but it was decisive in obtaining high corrosion levels in a short period of time.

EVALUACIÓN DE INHIBIDOR DE LA CORROSIÓN APLICADO EN SUPERFICIE EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO. PARTE 2. APLICACIÓN DURANTE EL PERIODO DE SERVICIO

SURFACE-APPLIED CORROSION INHIBITOR EVALUATION ON REINFORCED CONCRETE STRUCTURES. PART 2. APPLICATION DURING THE SERVICE LIFE

Josep Ramon Lliso-Ferrando
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Vanesa Pilar Nzang Ondo
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Edificación (ETSIE), Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: vanzaon@edificacion.upv.es
School of Building Engineering. Universitat Politècnica de València. E-mail: vanzaon@edificacion.upv.es
Ana Martínez-Ibernón
Investigadora en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Isabel Gasch-Molina
Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: igasch@mes.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: igasch@mes.upv.es
José Manuel Gandía-Romero
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: joganro@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: joganro@csa.upv.es
Manuel Valcuende Payá
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es

Abstract

Corrosion is one of the most frequent damages in reinforced concrete structures and one of the most common problems associated with it: reduced service life, durability problems, high costs associated with periodic inspections and repairs, structural safety problems and a high environmental impact. One of the main reasons that lead to all this is that it is an electrochemical process of late detection if periodic tests are not carried out. This is a major problem. To reduce costs, in many structures, surface protections are implemented to ensure added protection for the reinforcement by preventing corrosion: surface applied corrosion inhibitors. In the first part of the work, this principle of action has been validated on samples on which the inhibitor was applied before the exposure period. However, in many structures, this protection is added during the service life of the constructions. In this second part of the work, a study is presented in which the efficacy of the product studied is validated after several months of exposure, with the aim of verifying the validity of this principle of action.

Keywords
Concrete, Curing Conditions, Durability, Corrosion Monitoring, Sensors, Corrosion Inhibitor

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

EVALUACIÓN DE INHIBIDOR DE LA CORROSIÓN APLICADO EN SUPERFICIE EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO. PARTE 2. APLICACIÓN DURANTE EL SERVICIO

SURFACE-APPLIED CORROSION INHIBITOR EVALUATION ON REINFORCED CONCRETE STRUCTURES. PART 2. APPLICATION DURING THE SERVICE LIFE

J.R. Lliso-Ferrando[1,2], V. Nzang Ondo[3], A. Martínez-Ibernón[1,2], I. Gasch Molina[1], J.M. Gandía-Romero[1,2], M. Valcuende Payá[2]
III. Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (Universitat Politècnica de València)[1]. Dpto. Construcciones Arquitectónicas (Universitat Politècnica de València)[2]. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Edificación (ETSIE), (Universitat politécnica de València)[3].

INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION

CORROSIÓN DE LAS ARMADURAS EN LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO / CORROSION OF REINFORCEMENTS IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

UNA DE LAS PRINCIPALES CAUSASDE DETERIORO Y FALLO PREMATURO DE ESTAS ESTRUCTURAS / ONE OF THE MAIN CAUSES OF DETERIORATION AND PREMATURE FAILURE OF THESE STRUCTURES

UTILIZACIÓN DE MECANISMOS PARA ASEGURAR UNA DURABILIDAD ADECUADA / USE OF MECHANISMS TO ENSURE ADEQUATE DURABILITY

RECUBRIMIENTOS, DOSIFICACIÓN, ÚTILES PARA NUEVA CONSTRUCCIÓN / CONCRETE COVER, CONCRETE MIX, USEFUL FOR NEW CONSTRUCTION

INHIBIDOR DE LA CORROSIÓN ÚTIL PARA CONSTRUCCIONES EXISTENTES / CORROSION INHIBITOR USEFUL FOR EXISTING CONSTRUCTIONS

UNE-EN 1504

PRINCIPIO 1/ PRINCIPLE 1

PROTECCIÓN CONTRA LA PENETRACIÓN/ PENETRATION PROTECTION

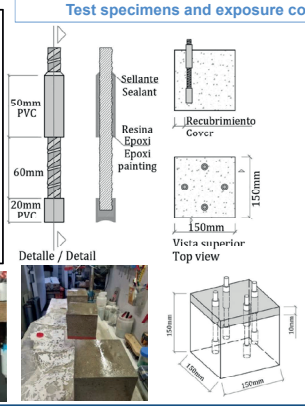
MÉTODOS: IMPREGNACIONES HIDRÓFOBAS, IMPREGNACIONES NO HIDRÓFOBAS O REVESTIMIENTOS/ METHODS: HYDROPHOBIC IMPREGNATIONS, NON-HYDROPHOBIC IMPREGNATIONS OR COATINGS

Corrosion is one of the most frequent damages in reinforced concrete structures and one of the most common problems associated with it: reduced service life, durability problems, high costs associated with periodic inspections and repairs, structural safety problems and a high environmental impact. One of the main reasons that lead to all this is that it is an electrochemical process of late detection if periodic tests are not carried out. This is a major problem. To reduce costs, in many structures, surface protections are implemented to ensure added protection for the reinforcement by preventing corrosion: surface applied corrosion inhibitors. In the first part of the work, this principle of action has been validated on samples on which the inhibitor was applied before the exposure period. However, in many structures, this protection is added during the service life of the constructions. In this second part of the work, a study is presented in which the efficacy of the product studied is validated after several months of exposure, with the aim of verifying the validity of this principle of action.

PLAN EXPERIMENTAL / EXPERIMENTAL PLAN

Monitorización de la corrosión sobre hormigones fabricados con distintas relaciones agua/cemento (0,45, 0,65 y 0,85) y curados en dos condiciones (curado en cámara, BC y curado a la intemperie, MC). Muestras donde se aplicó un inhibidor de la corrosión sobre la superficie antes de exposición tras los primeros 100 días de exposición (IA) y sin pasivador (LI). Condiciones de exposición similares a ambiente XS3./
Corrosion monitoring on concretes prepared with different water/cement ratios (0.45, 0.65 and 0.85) and cured under two conditions (curing chamber, BC, and atmospheric cured, MC). Samples where a corrosion inhibitor was applied on the surface after 100 days exposure (IA) and without passivator (LI). Exposure conditions similar to XS3 environment.

Probetas y condiciones de exposición. Dosificaciones (kg/35L).
Test specimens and exposure conditions. Mixtures (kg/35L).



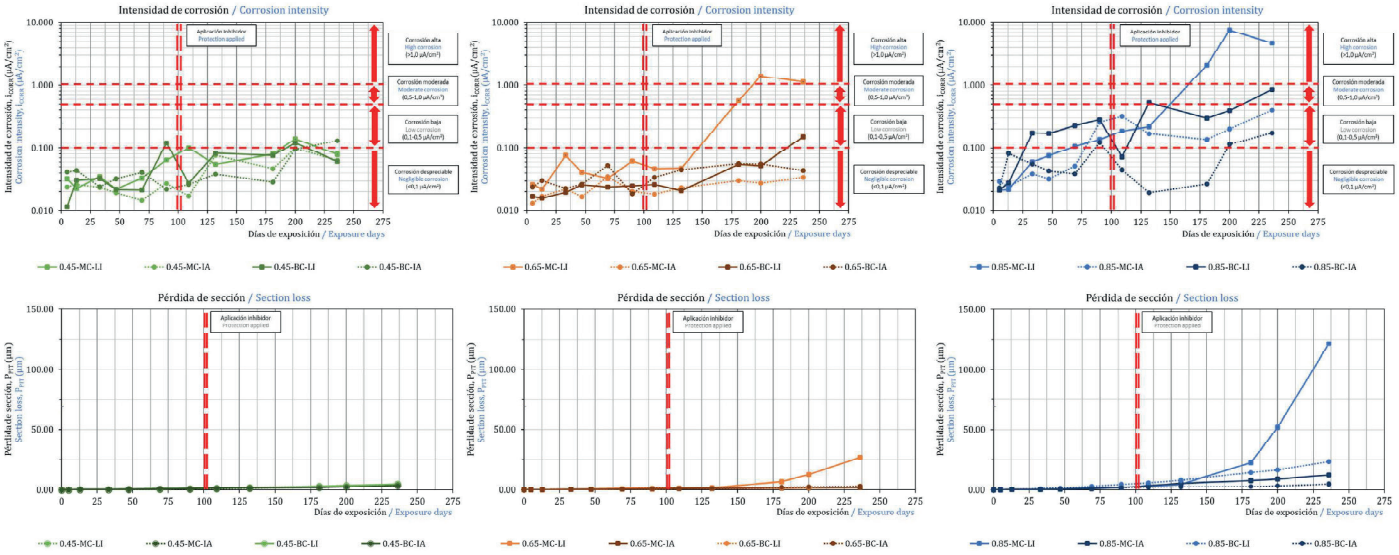




Dosificaciones fabricadas (kg/m³). Manufactured dosages (kg/m³).	0.85-MC	0.85-BC	0.65-MC	0.65-BC	0.45-MC	0.45-BC
Relación agua/cemento / Water/cement ratio	0,85	0,85	0,65	0,65	0,45	0,45
Agua / Water	6,35	6,39	6,12	6,51	6,41	6,38
Cemento / Cement	7,74	7,74	10,12	10,12	14,62	14,62
Superplastificante / Superplasticizer	0,04	0,04	0,05	0,05	0,07	0,07
Arena 0/4 / Sand 0/4	45,49	45,45	44,37	43,98	41,52	41,55
Grava 4/20 / Gravel 4/20	25,50	25,50	24,74	24,74	23,31	23,31

RESULTADOS / RESULTS

Resultados obtenidos durante la monitorización de la corrosión.
Results obtained during corrosion monitoring.



CONCLUSIONES / CONCLUSIONS

A partir de los resultados obtenidos durante la monitorización de la corrosión, que se extendió durante casi un año, se pudo observar como la utilización de un inhibidor de la corrosión comercial, aplicado en superficie durante la vida útil de la estructura favorece en la prevención de la aparición prematura de los daños por corrosión o minimiza la intensidad de este proceso. Este estudio, junto con la primera parte del trabajo, ha demostrado que puede ser una buena opción la aplicación del producto como una barrera suplementaria al recubrimiento de las armaduras para extender el periodo de iniciación y retrasar la despasivación de las armaduras. Indistintamente de esto, es necesario continuar llevado a cabo tareas de evaluación periódica en las construcciones de hormigón armado que permitan asegurar el estado interno de las armaduras..

From the results obtained during the corrosion monitoring, which lasted for almost a year, it was possible to observe how the use of a commercial corrosion inhibitor, applied on the surface during the useful life of the structure, favours the prevention of the premature appearance of corrosion damage or minimizes the intensity of this process. This study, together with the first part of the work, has shown that it may be a good option to apply the product as a supplementary barrier to the coating of the reinforcement to extend the initiation period and delay the depassivation of the reinforcement. Regardless of this, it is necessary to continue to carry out periodic evaluation tasks in reinforced concrete constructions to ensure the internal condition of the reinforcement..

©2025, ETS de Ingeniería de Edificación, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA - 200

CORROSIÓN EN LAS CONSTRUCCIONES DE HORMIGÓN ARMADO DE LA CIUDAD DE VALENCIA. CASO DE ESTUDIO

CORROSION IN REINFORCED CONCRETE CONSTRUCTIONS LOCATED IN VALENCIA. CASE STUDY

Josep Ramon Lliso-Ferrando
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Ana Martínez-Ibernón
Investigadora en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Pablo Monzón-Bello
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: pabmonb1@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. E-mail: pabmonb1@csa.upv.es
Isabel Gasch-Molina
Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: igasch@mes.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: igasch@mes.upv.es
José Manuel Gandía-Romero
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: joganro@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: joganro@csa.upv.es
Manuel Valcuende Payá
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es

Abstract

Corrosion is one of the main problems in reinforced concrete constructions, especially when they are located in the marine environment. The chloride diffusion through the porous matrix generates localized depassivation of the reinforcement and triggers metal corrosion, producing a significant reduction in the service life of reinforced concrete constructions.

The city of Valencia has many reinforced concrete infrastructures and constructions subjected to these conditions that are not being bound to any type of inspection or maintenance, which has generated that today there are many cases where significant damage can be seen.

This study shows an example of these constructions with corrosion problems in the city of Valencia. This study has been based only on visual inspection but has allowed the detection of more than 100 examples. The seriousness of the situation invites continuing with this study and with tests to detect more cases with corrosion problems that are not yet visually visible.

Keywords
Concrete, Corrosion, Marine Environment, Valencia

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

CORROSIÓN EN LAS CONSTRUCCIONES DE HORMIGÓN ARMADO DE LA CIUDAD DE VALENCIA. CASO DE ESTUDIO

CORROSION IN REINFORCED CONCRETE CONSTRUCTIONS LOCATED IN VALENCIA. CASE STUDY

J.R. Lliso-Ferrando[1,2], A. Martínez-Ibernón[1,2], I. Gasch Molina[1], J.M. Gandía-Romero[1,2], M. Valcuende Payá[2], J. Soto Camino[1]
III. Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (Universitat Politècnica de València)[1]. Dpto. Construcciones Arquitectónicas (Universitat Politècnica de València)[2].

INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION

CORROSIÓN EN EL HORMIGÓN ARMADO, PRINCIPAL CAUSA DE DETERIORO DE ESTAS CONSTRUCCIONES, ESPECIALMENTE EN AMBIENTES MARÍTIMOS/ CORROSION IN REINFORCED CONCRETE, THE MAIN CAUSE OF DETERIORATION OF THESE CONSTRUCTIONS, ESPECIALLY IN MARITIME ENVIRONMENTS.

PASIVIDAD INICIAL DEL ACERO/ INITIAL PASSIVITY OF STEEL → DIFUSIÓN DE LOS CLORUROS ORIGINA LA CORROSIÓN LOCALIZADA/ DIFFUSION OF CHLORIDES LEADS TO LOCALISED CORROSION → GENERA UN DAÑO IMPORTANTE DIFÍCIL DE DETECTAR/ GENERATES SIGNIFICANT DAMAGE THAT IS DIFFICULT TO DETECT → VIDA ÚTIL DE LAS ESTRUCTURAS COMPROMETIDA/ COMPROMISED SERVICE LIFE OF STRUCTURES → CASO DE ESTUDIO: VALENCIA/ VALENCIA CASE STUDY

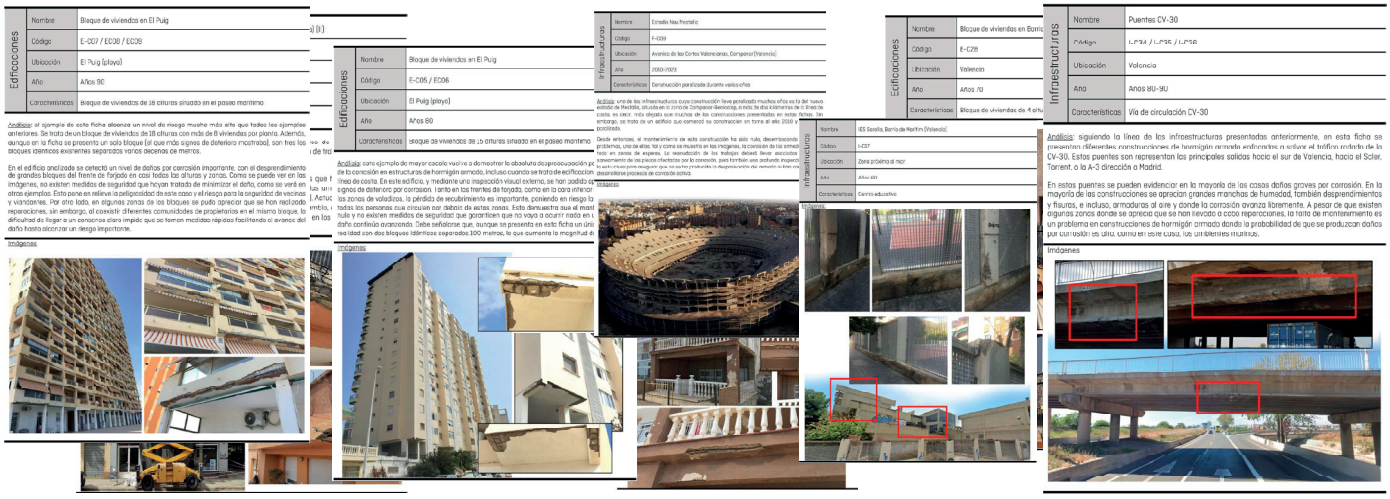
PLAN EXPERIMENTAL / EXPERIMENTAL PLAN

Inspección visual en Valencia y las poblaciones más cercanas. | Visual inspection in Valencia and nearby villages.



RESULTADOS / RESULTS

Fichas de cada caso, señalando lo más relevante. | Cards for each case, highlighting the most relevant aspects.



CONCLUSIONES / CONCLUSIONS

El trabajo recogido en esta memoria refleja la problemática de la corrosión en las construcciones de hormigón armado en la ciudad de Valencia. La proximidad al mar, la existencia de cloruros, y la humedad del ambiente favorecen que se desarrollen procesos de corrosión de manera acelerada. Sin embargo, la ausencia de protocolos de inspección y mantenimiento permiten que el daño evolucione, se desarrolle y conduzca a graves problemas con un coste económico asociado importante. Debe señalarse además que este trabajo únicamente se ha llevado a cabo mediante una aproximación básica, la inspección visual. La utilización de técnicas complementarias como medidas in situ o catas habría favorecido la detección de muchas más construcciones con graves problemas por corrosión.
Este trabajo pone de relevancia la importancia de llevar a cabo tareas de inspección periódicas de manera efectiva o servirse de sistemas de monitorización autónomos que puedan alertar de manera prematura la aparición de procesos de corrosión. Estos trabajos permitirán paliar o minimizar el daño en las primeras etapas y prevenir graves problemas y costosas reparaciones.

The work included in this report reflects the problem of corrosion in reinforced concrete constructions in the city of Valencia. The proximity to the sea, the existence of chlorides and the humidity of the environment favours the accelerated development of corrosion processes. However, the absence of inspection and maintenance protocols allows the damage to evolve, develop and lead to serious problems with a significant associated economic cost. It should also be noted that this work has only been carried out using a basic approach, visual inspection. Using complementary techniques such as in situ measurements or testings would have favoured the detection of many more constructions with serious corrosion problems.
This work highlights the importance of carrying out effective periodic inspection tasks or using autonomous monitoring systems that can provide early warning of the appearance of corrosion processes. Such work will help to mitigate or minimise damage at an early stage and prevent serious problems and costly repairs.

AGRADECIMIENTOS / ACKNOWLEDGEMENTS

Este trabajo forma parte de una memoria mucho más extensa presentada a la 24ª Edición de los Premios Sandalio Miguel-María Aparicio, y galardonada con el primer premio. Los autores quieren agradecer a la Fundación Domus su trabajo organizando este concurso y fomentando la difusión de la ciencia y la investigación en la ciudad de Valencia.

This work is part of a much more extensive report submitted to the 24th Edition of the Sandalio Miguel-María Aparicio Awards. It was awarded with the first prize. The authors would like to thank the Domus Foundation for its work in organising this competition and promoting the dissemination of science and research in the city of Valencia.

©2025, ETS de Ingeniería de Edificación, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA - 202

RIESGO DE CORROSIÓN EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO EN AMBIENTE MARINO A PARTIR DE LA MEDIDA DE LA RESISTENCIA ELÉCTRICA

CORROSION RISK IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES LOCATED IN THE MARINE ENVIRONMENT THROUGH ELECTRICAL RESISTANCE ANALYSIS

Josep Ramon Lliso-Ferrando
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Ana Martínez-Ibernón
Investigadora en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Roberto Vengut-Tro
Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: roventr@etsid.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: roventr@etsid.upv.es
Isabel Gasch-Molina
Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: igasch@mes.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: igasch@mes.upv.es
José Manuel Gandía-Romero
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: joganro@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: joganro@csa.upv.es
Manuel Valcuende Payá
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es

Abstract

The main cause of accelerated deterioration in reinforced concrete structures is steel corrosion. This is a costly phenomenon, especially because of the repair work that is often associated with it. To prevent this type of work, many authors recommend regular inspections to detect the damage in advance. However, they require qualified staff who can analyse the results. However, the measurement of electrical resistivity is a much simpler and more effective measurement to determine the corrosion risk (qualitative measurement). This paper presents a two-year electrical resistivity monitoring study of reinforced concrete. The monitoring was carried out on two pillars made of different mixtures that were subjected to a marine environment (combining exposure conditions XS1, XS2 and XS3). The results show how this parameter can facilitate the detection of areas with a higher risk of corrosion in a practical and simple way.

Keywords
Concrete, Durability, Resistivity, Corrosion, Marine Environment

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

RIESGO DE CORROSIÓN EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO EN AMBIENTE MARINO A PARTIR DE LA MEDIDA DE LA RESISTENCIA ELÉCTRICA

CORROSION RISK IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES LOCATED IN THE MARINE ENVIRONMENT USING ELECTRICAL RESISTANCE MEASUREMENT

J.R. Lliso-Ferrando[1,2], A. Martínez-Ibernón[1,2], R. Vengut-Tro[1], I. Gasch Molina[1], J.M. Gandía-Romero[1,2], M. Valcuende Payá[2]
III. Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (Universitat Politècnica de València)[1]. Dpto. Construcciones Arquitectónicas (Universitat Politècnica de València)[2].

INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION

The main cause of accelerated deterioration in reinforced concrete structures is steel corrosion. This is a costly phenomenon, especially because of the repair work that is often associated with it. To prevent this type of work, many authors recommend regular inspections to detect the damage in advance. However, they require qualified staff who can analyse the results. However, the measurement of electrical resistivity is a much simpler and more effective measurement to determine the corrosion risk (qualitative measurement). This paper presents a two-year electrical resistivity monitoring study of reinforced concrete. The monitoring was carried out on two pillars made of different mixtures that were subjected to a marine environment (combining exposure conditions XS1, XS2 and XS3). The results show how this parameter can facilitate the detection of areas with a higher risk of corrosion in a practical and simple way.

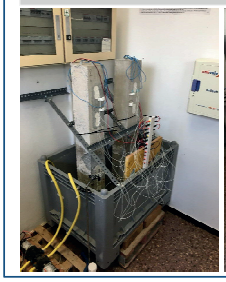
PLAN EXPERIMENTAL / EXPERIMENTAL PLAN

Hormigones preparados y ensayos realizados. Condiciones de exposición.

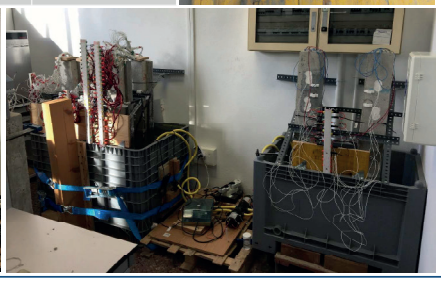
Manufactured concretes and performed tests. Exposure conditions.

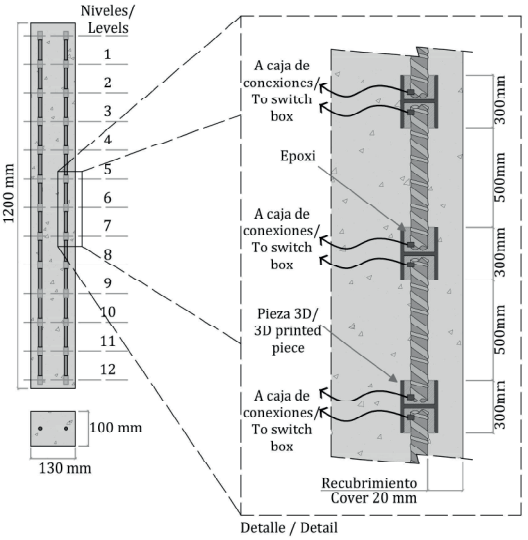
Dosificaciones fabricadas (kg/m³). Manufactured dosages (kg/m³).	H-0.5	H-0.6
Relación agua/cemento / Water/cement ratio	0.50	0.60
Agua / Water	162	150
Cemento / Cement (Cem III 42.5-A)	325	-
Cemento / Cement (Cem II 42.5 B-M (Q-L))	-	250
Superplastificante / Superplasticizer	3.25	2.50
Arena 0/4 / Sand 0/4	1060	1060
Grava 4/8 / Gravel 4/8	370	370
Grava 4/16 / Gravel 4/16	490	490











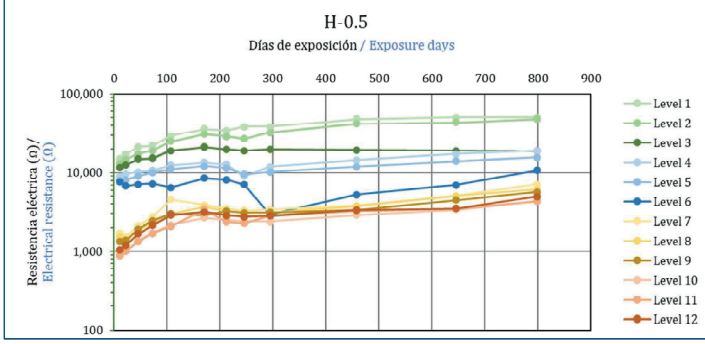
RESULTADOS / RESULTS

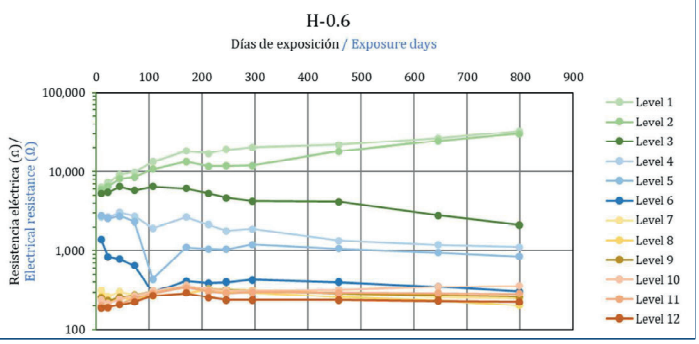
Ensayos de caracterización y resultados de la monitorización.

Characterisation tests and monitoring results.

Resultados / Results	H-0.5		H-0.6	
	28 días/ 90 days	90 días/ 90 days	28 días/ 28 days	90 días/ 90 days
Resistencia a compresión (MPa) / Compressive strength (MPa)	47.25	56.73	29.18	30.89
Porosidad accessible al agua / Porosity accessible to water	12.66	11.34	15.40	13.54
Permeabilidad al gas (x10^{-18} m²)/ Gas permeability (x10^{-18} m²)	8.62	6.51	40.22	28.60
Resistencia a la carbonatación (mm/año) / Carbonation resistance (mm/year)	36.61		75.62	
D_{nssm} (x10^{-12} m²/s)/ D_{nssm} (x10^{-12} m²/s)	2.46	3.90	26.26	25.76
Resistividad eléctrica (Ωm) / Electrical resistivity (Ωm)	209.31		65.43	

Resistividad eléctrica, valores de referencia a 20° (Ωm). Electrical resistivity, 20° reference values (Ωm).	Hormigones CEM I/ Concretes CEM I	Hormigones con adiciones/ Concretes including additions
Húmedo, sumergido / Wet, submerged	50-200	300-1000
Exterior, aireado / Outside, exposed	100-400	500-2000
Exterior, protegido / Outside, coated	200-500	1000-4000
Carboantado / Carbonated	>1000	2000-6000
Interiores / Indoor	>3000	4000-10000





CONCLUSIONES / CONCLUSIONS

En este estudio se plantea una primera aproximación sobre la posibilidad de utilizar la monitorización de la resistencia eléctrica como parámetro para estimar el riesgo de corrosión de las armaduras embebidas en hormigón. No se trata de una medida cuantitativa, sino cualitativa, pero su interpretación puede resultar más sencilla que la medida de la intensidad de corrosión. Por otro lado, se debe señalar que su implementación en casos reales puede ser mucho más sencilla que la de sistemas de monitorización de la corrosión. Este trabajo todavía requiere continuar desarrollándose para poder ser validado.

This study presents a first approach to the possibility of using electrical resistance monitoring as a parameter to estimate the corrosion risk of reinforcement embedded in concrete. This is not a quantitative but a qualitative measure, but its interpretation may be simpler than the measurement of corrosion intensity. On the other hand, it should be noted that its implementation in real cases can be much simpler than that of corrosion monitoring systems. This work still requires further development to be validated.

©2025, ETS de Ingeniería de Edificación, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA - 204

ESTUDIO GRANULOMÉTRICO DE ÁRIDOS DE CANTERA Y ÁRIDOS PROVENIENTES DEL RECICLAJE DE RESIDUOS DE DEMOLICIÓN

GRADING STUDY OF QUARRY AGGREGATES AND RECYCLED AGGREGATES FROM DEMOLITION WASTE

Josep Ramon Lliso-Ferrando
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Alba Arenós-Barrachina
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: laumarod@alumni.upv.es
Architecture School, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: laumarod@alumni.upv.es
Ana Martínez-Ibernón
Investigadora en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Isabel Gasch-Molina
Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: igasch@mes.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: igasch@mes.upv.es
José Manuel Gandía-Romero
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: joganro@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: joganro@csa.upv.es
Manuel Valcuende Payá
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es

Abstract

Concrete is the most widely used construction material in the world. Only in Spain, in 2023, more than 26 million cubic metres were produced, 5.6% more than the previous year, proving a growing trend. It is manufactured by mixing water, cement, sand and gravel in appropriate proportions. Normally, the volume of aggregates accounts for between 60% and 85%, which requires a significant consumption of this natural resource. Its extraction is associated with numerous disadvantages: alteration of the landscape by quarrying, destruction of natural habitats, and pollution of both air and water. In view of all this, it is essential that the possibility of replacing the consumption of natural aggregates with recycled aggregates be studied in the coming years. This study presents a first analysis of the possibility of using construction demolition waste as recycled aggregates. In this case, the work focuses on ceramic brick waste. A grading study of different samples is included, and the basis for future developments is laid.

Keywords
Concrete, Aggregates, Recycling, Crushed Brick

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

ESTUDIO GRANULOMÉTRICO DE ÁRIDOS DE CANTERA Y ÁRIDOS PROVENIENTES DEL RECICLAJE DE RESIDUOS DE DEMOLICIÓN

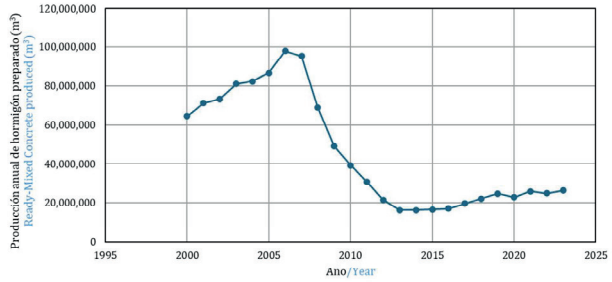
GRADING STUDY OF QUARRY AGGREGATES AND RECYCLED AGGREGATES FROM DEMOLITION WASTE

J.R. Lliso-Ferrando[1,2], A. Arenós-Barrachina[3], A. Martínez-Ibernón[1,2], I. Gasch Molina[1], J.M. Gandía-Romero[1,2], M. Valcuende Payá[2].
III. Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (Universitat Politècnica de València)[1]. Dpto. Construcciones Arquitectónicas (Universitat Politècnica de València)[2]. Escuela de Técnica Superior de Arquitectura de Valencia (ETSA- Universitat Politècnica de València)[3]

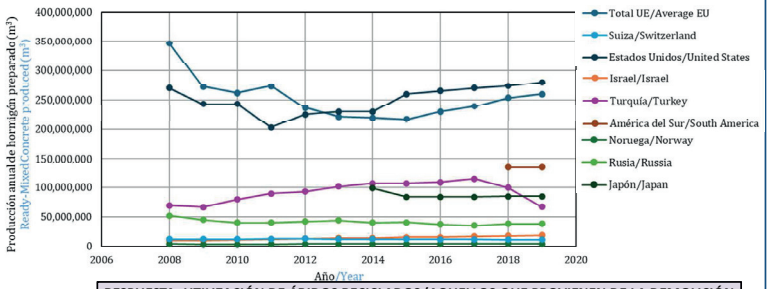
INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION

Concrete is the most widely used construction material in the world. It is manufactured by mixing water, cement, sand and gravel in appropriate proportions. Normally, the volume of aggregates accounts for between 60% and 85%, which requires a significant consumption of this natural resource. Its extraction is associated with numerous disadvantages. In view of all this, it is essential that the possibility of replacing the consumption of natural aggregates with recycled aggregates be studied in the coming years.

Producción anual de hormigón preparado en España
Ready-Mixed Concrete produced in Spain every year



Producción anual de hormigón preparado en el mundo
Ready-Mixed Concrete produced worldwide every year



HORMIGÓN ARMADO: FUNDAMENTAL COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN/
REINFORCED CONCRETE: ESSENTIAL AS A CONSTRUCTION MATERIAL

PROBLEMÁTICA: IMPACTO QUE GENERA LA EXTRACCIÓN DE ÁRIDOS/
PROBLEM: IMPACT OF AGGREGATES EXTRACTION

RESPUESTA: UTILIZACIÓN DE ÁRIDOS RECICLADOS (AQUELLOS QUE PROVIENEN DE LA DEMOLICIÓN DE CONSTRUCCIONES DE HORMIGÓN)/ ANSWER: USE OF RECYCLED AGGREGATES (THOSE COMING FROM THE DEMOLITION OF CONCRETE CONSTRUCTIONS)

NECESIDAD: EVALUAR LA VALIDEZ DE ÁRIDOS RECICLADOS (ORIGEN: RESIDUOS CERÁMICOS)/
NEED: TO ASSESS THE VALIDITY OF RECYCLED AGGREGATES (SOURCE: CERAMIC WASTE)

PLAN EXPERIMENTAL / EXPERIMENTAL PLAN

Áridos estudiados.
Analysed aggregates.

Se analizaron un total de 7 áridos suministrados por Canteras El Cerro. De los agregados analizados, estos se pueden agrupar en una grava de origen silíceo (G.S.1.), una grava caliza (G.C.1.), dos arenas silíceas (A.S.1. y A.S.2.) y tres áridos de origen reciclado que provienen de residuos cerámicos de demolición, una grava (G.R.1.) y dos arenas (A.R.1. y A.R.2.).
A total of 7 aggregates supplied by Canteras El Cerro were analysed in this study. Of the aggregates analysed, these can be grouped into one gravel of siliceous origin (G.S.1.), one limestone gravel (G.C.1.), two siliceous sands (A.S.1. and A.S.2.) and three aggregates of recycled origin from demolition ceramic waste, one gravel (G.R.1.) and two sands (A.R.1. and A.R.2.).




G.C.1.

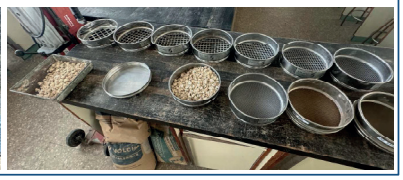

G.R.1.


A.R.1.


A.R.2.





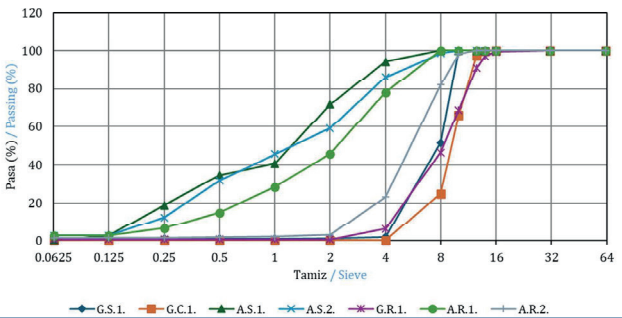


RESULTADOS / RESULTS

Resultados y curvas granulométricas.
Results and grain-size curves.

ÁRIDO AGGREGATE	G.S.1.	G.C.1.	A.S.1.	A.S.2.	G.R.1.	A.R.1.	A.R.2.
Muestra Sample (g)	1690.2	1275.8	876.8	1232	1431.2	1125.3	852.8
D / D	8	12.5	4	4	12.5	10	4
d / d	4	4	0	0	4	0	0
m / m	7.40	8.11	4.37	4.61	7.87	6.85	5.21

Curvas granulométricas de los áridos analizados
Grain-size curves of the studied aggregates



CONCLUSIONES / CONCLUSIONS

El presente estudio ha demostrado que es posible encontrar en el mercado numerosos ejemplos de áridos reciclados, en este caso, constituidos por residuos cerámicos provenientes de demoliciones de construcción. Sin embargo, el estudio granulométrico de estos y la comparativa con otros áridos naturales ha demostrado que no se puede llevar a cabo una sustitución directa, ya que existen diferencias en aspectos como tamaño máximo, módulo granulométrico o contenido de finos. A pesar de esto, combinando diferentes áridos reciclados, será posible conseguir mezclas cuya granulometría sea similar al árido natural.
This study has shown that it is possible to find numerous examples of recycled aggregates on the market, in this case, made up of ceramic waste from construction demolition. However, the granulometric study of these and the comparison with other natural aggregates has shown that a direct substitution cannot be carried out, as there are differences in aspects such as maximum size, granulometric modulus or fines content. Despite this, by combining different recycled aggregates, it is possible to obtain mixtures with a similar particle size to natural aggregates.

FUTUROS TRABAJOS / FUTURE WORKS

En el marco de futuros trabajos se propone el desarrollo de planes experimentales que aglutinen estudios de caracterización de hormigones en los que se realice la sustitución parcial o total de áridos naturales por áridos reciclados constituidos por residuos cerámicos provenientes de demoliciones de construcción. Unido a este trabajo, será posible validar la adecuación de estos residuos como una alternativa real que favorezca la reducción en el consumo de áridos naturales.Within the framework of future work, it is proposed to develop experimental plans that bring together studies on the characterisation of concrete in which the partial or total replacement of natural aggregates with recycled aggregates made up of ceramic waste from construction demolition is carried out. Together with this work, it will be possible to validate the suitability of this waste as a real alternative that favours the reduction in the consumption of natural aggregates.

Los autores quieren agradecer a la Cátedra de Cambio Climático (Universitat Politècnica de València) y la Concejalía de Medio Ambiente, Infraestructuras y Territorio (Generalitat Valenciana) la adjudicación de la beca para realizar prácticas en empresa (Laboratorio de Electroquímica de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Edificación) a Alba Arenós Barrachina.
The authors would like to thank the Cátedra de Cambio Climático (Universitat Politècnica de València) and the Conselleria de Medio Ambiente, Infraestructuras y Territorio (Generalitat Valenciana) for the internship grant awarded to Alba Arenós Barrachina (Electrochemistry Laboratory, Building Engineering School).

ESTUDIO DE DIFERENTES MÉTODOS PARA LA REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO AFECTADAS POR LA CORROSIÓN DE LAS ARMADURAS

METHODOLOGY FOR REPAIR OF CORROSION AFFECTED REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

Josep Ramon Lliso-Ferrando
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Isabel Gasch Molina
Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: igasch@mes.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: igasch@mes.upv.es
Ana Martínez-Ibernón
Investigadora en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
José Manuel Gandía-Romero
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: joganro@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: joganro@csa.upv.es
Manuel Valcuende Payá
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es

Abstract

It is well known that corrosion of reinforcement is one of the main causes of premature deterioration and failure of reinforced concrete structures (RCS). This situation makes it necessary to carry out periodic inspections and, in some cases, repair works. However, these tasks are not always carried out properly, and in many cases repaired RCSs require maintenance work, which implies a high economic cost.

The aim of this work is to demonstrate the impact of using appropriate repair methods when intervening on RCSs. To this end, a patch repair was simulated, and different variables were analysed: two commercial repair mortars, surface applied passivators and passivators applied on the reinforcement. The experimental plan includes, on the one hand, an analysis of bond between concrete and reinforcement depending on passivator applied. On the other hand, a corrosion monitoring work over a period of more than three years is also presented. The results obtained demonstrate the reliability of the repairs carried out using appropriate methods and materials.

Keywords
Concrete Repairs, Concrete Durability, Corrosion, Bond

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

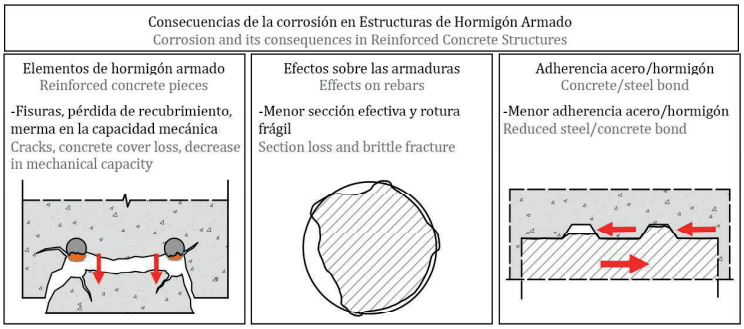
ESTUDIO DE DIFERENTES MÉTODOS PARA LA REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO AFECTADAS POR LA CORROSIÓN DE LAS ARMADURAS

METHODOLOGY FOR REPAIR OF CORROSION AFFECTED REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

J.R. Lliso Ferrando[1,2], I. Gasch Molina[1], A. Martínez-Ibernón[1,2], J.M. Gandía-Romero[1,2], M. Valcuende Payá[2].
III. Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico de la Universitat Politècnica de València[1]. Dpto. Construcciones Arquitectónicas de la Universitat Politècnica de València[2]

INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION

Imagen 1. Consecuencias de la corrosión en estructuras de hormigón armado
Image 1. Corrosion consequences in reinforced concrete structures



Es bien sabido que la corrosión de las armaduras es una de las principales causas de deterioro prematuro y fallo de las estructuras de hormigón armado (HCR). Esta situación obliga a realizar inspecciones periódicas y, en algunos casos, trabajos de reparación. Sin embargo, estas tareas no siempre se realizan adecuadamente, y en muchos casos las RCS reparadas requieren trabajos de mantenimiento, lo que implica un elevado coste económico. El objetivo de este trabajo es demostrar el impacto de la utilización de métodos de reparación adecuados a la hora de intervenir en los RCS. Para ello, se ha simulado la reparación de un parche y se han analizado diferentes variables: dos morteros de reparación comerciales, pasivadores aplicados superficialmente y pasivadores aplicados sobre la armadura. El plan experimental incluye, por un lado, un análisis de la adherencia entre el hormigón y la armadura en función del pasivador aplicado. Por otro lado, también se presenta un trabajo de seguimiento de la corrosión durante un periodo de más de tres años. Los resultados obtenidos demuestran la fiabilidad de las reparaciones efectuadas con métodos y materiales adecuados.

It is well known that corrosion of reinforcement is one of the main causes of premature deterioration and failure of reinforced concrete structures (RCS). This situation makes it necessary to carry out periodic inspections and, in some cases, repair works. However, these tasks are not always carried out properly, and in many cases repaired RCSs require maintenance work, which implies a high economic cost.
The aim of this work is to demonstrate the impact of using appropriate repair methods when intervening on RCSs. To this end, a patch repair was simulated, and different variables were analysed: two commercial repair mortars, surface applied passivators and passivators applied on the reinforcement. The experimental plan includes, on the one hand, an analysis of bond between concrete and reinforcement depending on passivator applied. On the other hand, a corrosion monitoring work over a period of more than three years is also presented. The results obtained demonstrate the reliability of the repairs carried out using appropriate methods and materials.

PLAN EXPERIMENTAL / EXPERIMENTAL PLAN

-Análisis de la adherencia acero-hormigón
-Monitorización de la corrosión
(3 años de estudio, análisis de diferentes variables)

-Analysis of steel-concrete bond
-Corrosion monitoring
(3 years of study, analysis of different variables)

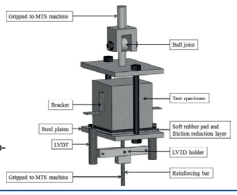


Imagen 2. Análisis de la adherencia acero-hormigón
Image 2. Concrete/Steel bond analysis

Tabla 1. Dosificaciones (kg/m³ de hormigón).
Table 1. Dosages (kg/m³ concrete).

	Concrete	SFG 412*	MT 442*
CEM I 42,5 R/SR / CEM I 42.5 R/SR	275		
Sika SFG 412 / Sika SFG 412		25	
Sika Mono Top 442 / Sika Mono Top 442			25
Agua / Water	220	3.75	4.5
Superplastificante / Superplasticizer	1.38		
Arena (0/2) / Sand (0/2)	100		
Arena (2/4) / Sand (2/4)	1302		
Grava (4/8) / Gravel (4/8)	434	10	10
Relación agua/material cementante / Water/binder ratio	0.80		
f_c (MPa) / f_c (MPa)	23.45	48.36	53.49

RESULTADOS / RESULTS

Adherencia acero/hormigón - Concrete/Steel bond

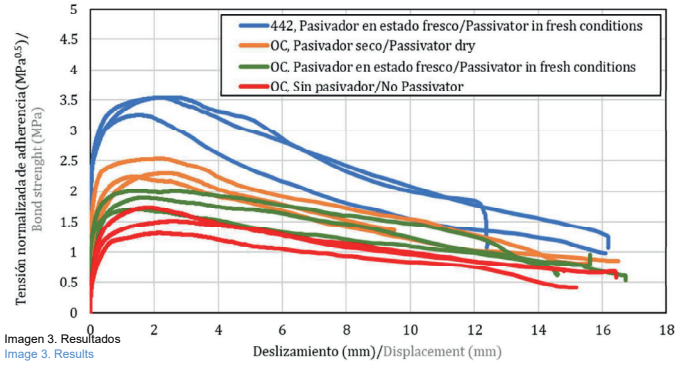
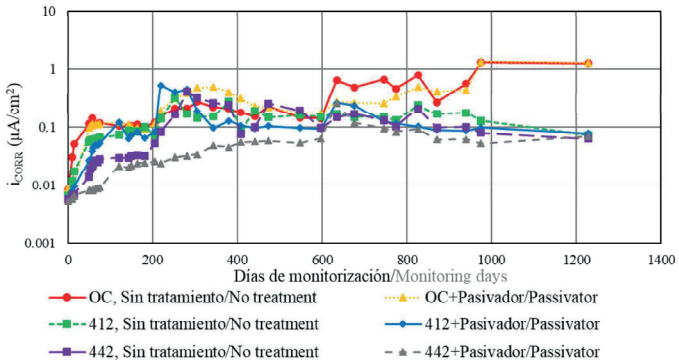


Imagen 3. Resultados
Image 3. Results

Monitorización de la corrosión - Corrosion monitoring



CONCLUSIONES / CONCLUSIONS

En el presente estudio se ha demostrado la influencia que tiene la utilización de productos y metodologías adecuadas a la hora de efectuar una reparación por corrosión en estructura de hormigón armado. Los resultados obtenidos demuestran que la utilización de morteros de reparación, junto con pasivadores en superficie y sobre armadura consiguen mitigar hasta 10 veces el daño por corrosión que se produciría en hormigón convencional. Por otro lado, se ha demostrado la mejora en la adherencia que genera la utilización de pasivador sobre la armadura. No solo protege del daño por corrosión, sino que además mejora en casi un 50% la adherencia acero-hormigón.

This study has proved the influence of using appropriate products and methodologies when carrying out corrosion repairs on reinforced concrete structures. The results obtained showed that the use of repair mortars, together with passivators on the surface and on the reinforcement, can mitigate up to 10 times the corrosion damage that would occur in ordinary concrete. On the other hand, the improvement in bond stress generated by using passivator on the reinforcement has been demonstrated. Not only does it protect against corrosion damage, but it also improves steel-concrete adhesion by almost 50%.

AGRADECIMIENTOS/ACKNOWLEDGEMENTS
The authors thank the Spanish Government for the Grant PID2020-119744RB-C21 funded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033.Furthermore, they thank the support of the Universitat Politècnica de València. The predoctoral scholarship granted to Josep Ramon Lliso Ferrando as part of the "Formación de Personal Investigador" programme from the Universitat Politècnica de València (FPI-UPV-2018) and the Grant FPU 16/00723 funded by MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 and by "ESF Investing in your future".

DURABILIDAD DE HORMIGONES FABRICADOS CON DISTINTOS CEMENTOS

CORROSION PERFORMANCE OF CONCRETES MANUFACTURED WITH DIFFERENT CEMENTS

Josep Ramon Lliso-Ferrando
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Isabel Gasch Molina
Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: igasch@mes.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: igasch@mes.upv.es
Ana Martínez-Ibernón
Investigadora en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
José Manuel Gandía-Romero
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: joganro@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: joganro@csa.upv.es
Manuel Valcuende Payá
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es
Juan Soto Camino
Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València. E-mail: jsotoca@upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: jsotoca@upv.es

Abstract

Concrete is the most widely used building material in the world. However, its production and that of its components are one of the processes that emits the most carbon dioxide emissions into the atmosphere (close to 6%). Because of this, there are a lot of works focused on reducing the environmental impact of its production. One of the most interesting lines of work is the development of cement with additions. In this work, the corrosion performance of four identical concretes prepared with different cements is evaluated. On the one hand, results of characterization tests are presented, and on the other hand, a corrosion monitoring study of rebars embedded in each type of concrete which were exposed to a marine environment is presented too. The study lasted more than a year and demonstrated the advantages of concrete with additions both in terms of performance and the environmental benefits of their use.

Keywords
Concrete, Corrosion Performance, Durability, Sustainability

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

DURABILIDAD DE HORMIGONES FABRICADOS CON DISTINTOS CEMENTOS

CORROSION PERFORMANCE OF CONCRETES MANUFACTURED WITH DIFFERENT CEMENTS

J.R. Lliso Ferrando[1,2], I. Gasch Molina[1], A. Martínez-Ibernón[1,2], J.M. Gandía-Romero[1,2], M. Valcuende Payá[2], J. Soto Camino[1].
III. Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico de la Universitat Politècnica de València[1]. Dpto. Construcciones Arquitectónicas de la Universitat Politècnica de València[2]

INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION

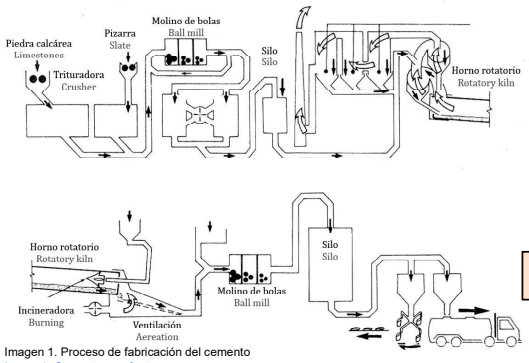


Imagen 1. Proceso de fabricación del cemento
Image 1. Cement manufacture process

HORMIGÓN ARMADO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN MÁS UTILIZADO DEL MUNDO/ REINFORCED CONCRETE IS THE MOST WIDELY USED BUILDING MATERIAL IN THE WORLD

PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CEMENTO UNO DE LOS MÁS CONTAMINANTES/ CEMENT PRODUCTION PROCESS ONE OF THE MOST POLLUTING PROCESSES

REDUCCIÓN DEL USO DE CEMENTO MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL MATERIAL POR OTRAS ADICIONES DERIVADAS DE OTROS PROCESOS INDUSTRIALES/ REDUCTION OF CEMENT USED BY PARTIAL SUBSTITUTION OF THE MATERIAL USING ADDITIONS DERIVED FROM OTHER INDUSTRIAL PROCESSES

EVALUACIÓN DE LAS NUEVAS ADICIONES FRENTE A LA CORROSIÓN, UNA DE LAS PRINCIPALES CAUSAS DE DETERIORO Y FALLO PREMATURO DE LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO/ CORROSION PERFORMANCE ANALYSIS OF NEW ADDITIONS, CORROSION IS ONE OF THE MAIN CAUSES OF DETERIORATION AND PREMATURE FAILURE OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL / MATERIAL CHARACTERISATION

MONITORIZACIÓN DE LA CORROSIÓN / CORROSION MONITORING

PLAN EXPERIMENTAL / EXPERIMENTAL PLAN

Caracterización del material -Resistencia a compresión -Porosidad accesible al agua -Absorción por capilaridad -Difusión de cloruros -Resistividad	**Material characterisation** -Compressive strength -Porosity accessible to water -Capillary absorption -Chloride diffusion coefficient -Resistivity
Monitorización de la corrosión	**Corrosion monitoring**

Tabla 1. Dosificaciones (kg/m³ de hormigón)
Table 1. Dosages (kg/m³ concrete).

Cemento/Cement	Cemento/Cement	SP/SP	Arena/Sand	Grava/Gravel	Agua/Water
C42.5-CEM I	313,3	1,88	1.202,48	676,73	188
C42.5-CEM II A-L	313,3	1,88	1.202,48	676,73	188
C42.5-CEM II B-M	313,3	1,88	1.202,48	676,73	188
C42.5-CEM III	313,3	1,88	1.202,48	676,73	188

RESULTADOS / RESULTS

Caracterización del material — **Material characterisation**

	Type	28 días / 28 days	90 días / 90 days
Resistencia a compresión / Compressive strength	CEM I	32.96 MPa	32.93 MPa
Porosidad / Porosity accesible to water	CEM I	15.08 %	14.87 %
Absorción por capilaridad / Capillar absorption	CEM I	431.1 Δm/s	505.20 Δm/s
Difusión de cloruros / Chloride diffusion coefficient	CEM I	5.95x10^{-12} m^2/s	4.99 x10^{-12} m^2/s
Resistencia a compresión / Compressive strength	CEM II A-L	27.59 MPa	28.13 MPa
Porosidad / Porosity accesible to water	CEM II A-L	15.43 %	15.32 %
Absorción por capilaridad / Capillar absorption	CEM II A-L	531.23 Δm/s	577.73 Δm/s
Difusión de cloruros / Chloride diffusion coefficient	CEM II A-L	7.28 x10^{-12} m^2/s	6.80 x10^{-12} m^2/s
Resistencia a compresión / Compressive strength	CEM II B-M	33.37 MPa	30.71 MPa
Porosidad / Porosity accesible to water	CEM II B-M	15.55%	15.82 %
Absorción por capilaridad / Capillar absorption	CEM II B-M	405.03 Δm/s	416.03 Δm/s
Difusión de cloruros / Chloride diffusion coefficient	CEM II B-M	7.99 x10^{-12} m^2/s	5.38 x10^{-12} m^2/s
Resistencia a compresión / Compressive strength	CEM III	34.52 MPa	34.92 MPa
Porosidad / Porosity accesible to water	CEM III	14.56 %	13.81 %
Absorción por capilaridad / Capillar absorption	CEM III	364.02 Δm/s	358.17 Δm/s
Difusión de cloruros / Chloride diffusion coefficient	CEM III	2.43 x10^{-12} m^2/s	2.78 x10^{-12} m^2/s
Resistividad/Resistivity **Resultado promedio/Average result**	I	117.23 Ωm	
	II A-L	169.14 Ωm	
	II B-M	182.34 Ωm	
	III	311.07 Ωm	

Tabla 2. Results
Table 2. Results

Monitorización de la corrosión — **Corrosion monitoring**

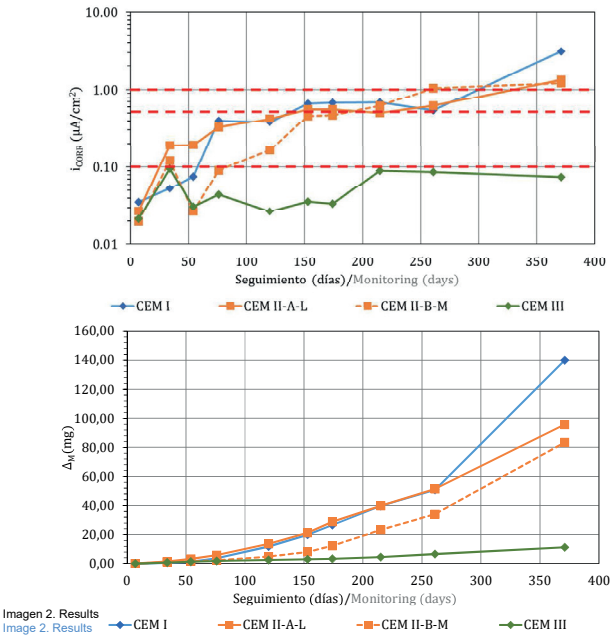


Imagen 2. Results
Image 2. Results

CONCLUSIONES / CONCLUSIONS

El presente estudio ha permitido comparar el comportamiento de 4 hormigones fabricados con distintos cementos desde diferentes puntos de vista. Por un lado, se han analizado propiedades físicas relacionadas con la durabilidad. Los resultados permitieron demostrar una mejora en el refinamiento de la red porosa de los hormigones fabricados con cementos adicionados con escoria de alto horno. Ello repercutió también en un aumento de la resistencia a la difusión de los cloruros, y también un aumento de la resistividad eléctrica del material.

Por otro lado, la monitorización de la corrosión durante más de un año de armaduras embebidas en cada hormigón permitió demostrar también el rendimiento de cada material en condiciones de exposición altamente agresivas, en este caso, ambiente marino. Los resultados demostraron que el hormigón fabricado con cemento adicionado con escoria volvió a mostrar un mejor rendimiento, previniendo la corrosión durante más de un año. En cambio, en el resto de los hormigones analizados se obtuvieron niveles de corrosión 10 veces más altos.

Con todo ello, este trabajo permite demostrar la mejora que ofrecen los cementos adicionados con escoria de alto horno desde el punto de vista de la durabilidad, y que no solo repercuten en un menor impacto medioambiental en lo que a producción de cemento se refiere.

The present study has made it possible to compare the performance of 4 concretes made with different cements from different points of view. On the one hand, physical properties related to durability were analyzed. The results showed an improvement in the refinement of the porous network of the concretes made with cements added with blast furnace slag. This also resulted in an increase in the resistance to chloride diffusion, as well as an increase in the electrical resistivity of the material.

On the other hand, corrosion monitoring for more than one year of rebars embedded in each concrete also allowed demonstrating the performance of each material under highly aggressive exposure conditions, in this case, marine environment. The results showed that the concrete made with slag-added cement again showed better performance, preventing corrosion for more than one year. On the other hand, the rest of the concretes analyzed showed corrosion levels 10 times higher.

All in all, this work demonstrates the improvement offered by blast furnace slag-added cements from the point of view of durability, and that they not only have a lower environmental impact in terms of cement production.

AGRADECIMIENTOS/ACKNOWLEDGEMENTS
The authors thank the Spanish Government for the Grant PID2020-119744RB-C21 funded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033.Furthermore, they thank the support of the Universitat Politècnica de València. The predoctoral scholarship granted to Josep Ramon Lliso Ferrando as part of the "Formación de Personal Investigador" programme from the Universitat Politècnica de València (FPI-UPV-2018) and the Grant FPU 16/00723 funded by MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 and by "ESF Investing in your future".

PROBLEMAS EN REPARACIONES DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO AFECTADAS POR LA CORROSIÓN

PROBLEMS IN REPAIRS OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES AFFECTED BY CORROSION

Josep Ramon Lliso-Ferrando
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Isabel Gasch Molina
Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: igasch@mes.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: igasch@mes.upv.es
Ana Martínez-Ibernón
Investigadora en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
José Manuel Gandía-Romero
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: joganro@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: joganro@csa.upv.es
Manuel Valcuende Payá
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es
Juan Soto Camino
Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València. E-mail: jsotoca@upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: jsotoca@upv.es

Abstract

Corrosion in reinforced concrete structures is a very common damage that often requires repair works. These tasks are carried out using a technique known as "patch repair". The procedure consists of patching the reinforcement and protecting it with a new material, a repair mortar. However, to improve the workability of this new mortar, it is usual to add a greater quantity of water to the mixture.

This paper presents a study of the influence that a poorly mixed repair mortar can have. For this purpose, different properties of the material are evaluated, such as compressive strength, porosity, and chloride diffusion resistance. On the other hand, corrosion monitoring is carried out on embedded reinforcement to also evaluate the influence of a repair carried out with a mortar mixed with a higher amount of water.

Keywords
Concrete Equivalent Mortar, Self-Compacting Concrete, Specific Surface Area, Slump Flow

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

PROBLEMAS EN REPARACIONES DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO AFECTADAS POR LA CORROSIÓN

PROBLEMS IN REPAIRS OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES AFFECTED BY CORROSION

J.R. Lliso Ferrando[1,2], I. Gasch Molina[1], A. Martínez-Ibernón[1,2], J.M. Gandía-Romero[1,2], M. Valcuende Payá[2], J. Soto Camino[1].
III. Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico de la Universitat Politècnica de València[1]. Dpto. Construcciones Arquitectónicas de la Universitat Politècnica de València[2]

INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION

La corrosión en estructuras de hormigón armado es un daño muy común que a menudo requiere trabajos de reparación. Estas tareas se llevan a cabo mediante una técnica conocida como "reparación por parcheado". El procedimiento consiste en limpiar la armadura y protegerla con un mortero de reparación. Sin embargo, para mejorar la trabajabilidad de este nuevo mortero, es habitual añadir una mayor cantidad de agua a la mezcla. En este trabajo se presenta un estudio de la influencia que puede tener un mortero de reparación mal mezclado en el estado futuro de las armaduras. Para ello, se evalúan diferentes propiedades del material, como la resistencia a la compresión, la porosidad y la resistencia a la difusión de cloruros. Por otro lado, se realiza un seguimiento de la corrosión en la armadura embebida para evaluar también la influencia de una reparación realizada con un mortero mezclado con mayor cantidad de agua.

Corrosion in reinforced concrete structures is a very common damage that often requires repair works. These tasks are carried out using a technique known as "patch repair". The procedure consists of patching the reinforcement and protecting it with a new material, a repair mortar. However, to improve the workability of this new mortar, it is usual to add a greater quantity of water to the mixture.
This paper presents a study of the influence that a poorly mixed repair mortar can have. For this purpose, different properties of the material are evaluated, such as compressive strength, porosity, and chloride diffusion resistance. On the other hand, corrosion monitoring is carried out on embedded reinforcement to also evaluate the influence of a repair carried out with a mortar mixed with a higher amount of water.

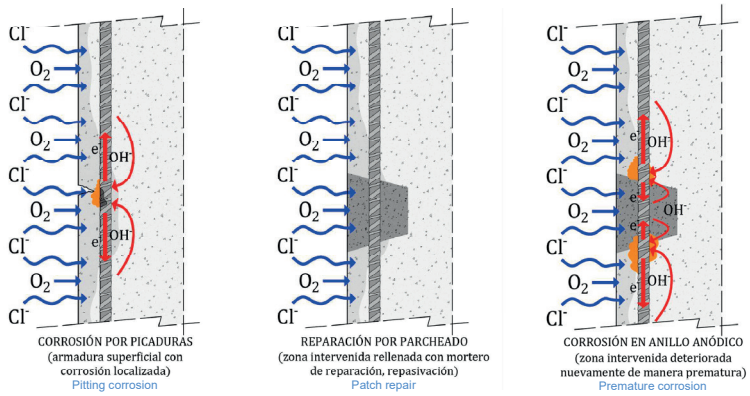


Imagen 1. Proceso de reparación mediante parcheado de una estructura de hormigón armado
Image 1. Patching repair process of reinforced concrete structures

PLAN EXPERIMENTAL / EXPERIMENTAL PLAN

Caracterización del material
-Resistencia a compresión
-Porosidad accesible al agua
-Absorción por capilaridad
-Difusión de cloruros
-Resistividad

Material characterisation
-Compressive strength
-Porosity accessible to water
-Capillary absorption
-Chloride diffusion coefficient
-Resistivity

Monitorización de la corrosión
-Imagen 2

Corrosion monitoring
-Image 2

Tabla 1. Dosificaciones (kg/m³ de hormigón).
Table 1. Dosages (kg/m³ concrete).

HORMIGÓN/CONCRETE	OC	4200	4200+20
CEM II 32,5 B-L / CEM II 32.5 B-L	289	-	-
Agua / Water	187	328	393
Sika MonoTop 4200 / Sika MonoTop 4200	-	1785	1785
Superplastificante / Superplasticizer	2.89		
Arena (0/4) / Sand (0/4)	1267		
Arena (4/8) / Sand (4/8)	685		
Relación agua/cemento / Water/binder ratio	0.65	0.18	0.22



Imagen 2. Monitorización de la corrosión
Image 2. Corrosion monitoring

RESULTADOS / RESULTS

Caracterización del material | **Material characterisation**

Ensayo / Test method	Norma / Standard	Probeta / Test specimen	OC	4200	4200+20	
Resistencia a compresión / Compressive strength	UNE 12390-3	3x(Ø100x300 mm)	28.06	46.85	37.89	MPa
Porosidad / Porosity accesible to water	UNE 83980	3x(100x100x50 mm)	7.15×10^{-4}	1.93×10^{-4}	2.19×10^{-4}	$kg/cm^2 \cdot min^{0.5}$
Absorción por capilaridad / Capillary absorption	UNE 83982	3x(100x100x50 mm)	13.55	11.26	12.61	%
Difusión de cloruros / Chloride diffusion coefficient	NT-Build 492	3x(Ø100x50 mm)	18.03×10^{-11}	0.99×10^{-11}	3.09×10^{-11}	m^2/s
Resistivity / Resistivity	UNE 83988	6x(40x40x160 mm)	65.78	161m31	120.69	Ωm

Monitorización de la corrosión
-durante 265 días
-niveles de corrosión bajos en los morteros de reparación, independientemente de la dosificación
-niveles de corrosión altos en el hormigón convencional

Corrosion monitoring
-for 265 days
-low corrosion levels in repair mortars, irrespective of dosage
-high levels of corrosion in ordinary concrete

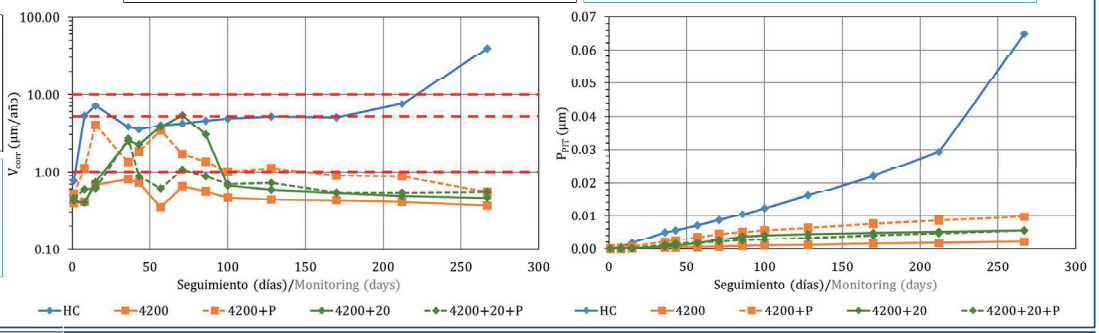


Imagen 3. Resultados
Image 3. Results

CONCLUSIONES / CONCLUSIONS

El presente estudio demuestra uno de los problemas habituales cuando se realizan reparaciones por parcheado en estructuras de hormigón armado, una mala dosificación del mortero de reparación utilizado. Esto conduce a una merma significativa de las prestaciones del material final tal y como se ha visto mediante los ensayos de caracterización realizados. En cambio, demostró tener una menor importancia en la respuesta del material frente al desarrollo de procesos de corrosión a corto plazo (menos de un año de estudio).

This study demonstrates one of the common problems when patch repairs are carried out on reinforced concrete structures, a poor dosage of the repair mortar used. This leads to a significant decrease in the performance of the final material as shown by the characterisation tests carried out. On the other hand, it proved to be of less importance in the response of the material to the development of corrosion processes in the short term (less than one year of study).

©2025, ETS de Ingeniería de Edificación, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA - 212

ESTUDIO DE LA RESISTIVIDAD DEL HORMIGÓN EN CONDICIONES DE LABORATORIO SOBRE PROBETAS CON DISTINTOS TAMAÑOS

CONCRETE RESISTIVTY ANALYSIS UNDER LABORATORY CONDITIONS ON SPECIMENS OF DIFFERENT SIZES

Josep Ramon Lliso-Ferrando
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Isabel Gasch Molina
Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: igasch@mes.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: igasch@mes.upv.es
Ana Martínez-Ibernón
Investigadora en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
José Manuel Gandía-Romero
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: joganro@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: joganro@csa.upv.es
Manuel Valcuende Payá
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es

Abstract

Reinforcement corrosion is one of the main causes of premature damage and failure of reinforced concrete structures. Electrical resistivity analysis has been used as a qualitative method for early detection, because of it reflects the ability of concrete to withstand the charge transfer. Studying this parameter can help to assess corrosion of steel in concrete due to the relation between concrete resistivity and corrosion probability. However, analysing the concrete resistivity in existing structures requires specific tools and qualified operators capable of reading and interpreting the results obtained properly. Due to this fact, most inspections resort to test boring inspections. In this case, concrete resistivity can be analysed on cores under laboratory conditions. Existing standard test methods set out the procedure for test performing, but they do not determine the size of the specimen must be used. In this context, specimens and cores with different geometries can be used. This study presents the results obtained when concrete resistivity was measured on several specimens manufactured with different concretes and having different geometries. The analysis extended for more than one year. Results obtained proved the differences on this parameter depending on test specimen geometry. This variation is more noticeable on ordinary concretes. When using very high-performance concrete or ultra-high-performance fibre-reinforced concrete, the variation is almost non-existent.

Keywords
Concrete Resistivity, Durability, Test Method, Laboratory Test

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

ESTUDIO DE LA RESISTIVIDAD DEL HORMIGÓN EN CONDICIONES DE LABORATORIO SOBRE PROBETAS CON DISTINTOS TAMAÑOS

CONCRETE RESISTIVITY ANALYSIS UNDER LABORATORY CONDITIONS ON SPECIMENS OF DIFFERENT SIZES

J.R. Lliso Ferrando[1,2], I. Gasch Molina[1], A. Martínez-Ibernón[1,2], J.M. Gandía-Romero[1,2], M. Valcuende Payá[2].
III. Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico de la Universitat Politècnica de València[1]. Dpto. Construcciones Arquitectónicas de la Universitat Politècnica de València[2]

INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION

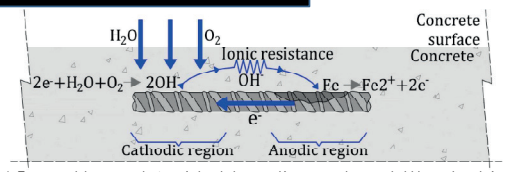


Imagen 1. Esquema del proceso electroquímico de la corrosión en armaduras embebidas en hormigón.
Image 1. Electrochemical process of corrosion in reinforcement embedded in concrete. Graphical description.

CORROSIÓN DE LAS ARMADURAS EN LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO / CORROSION OF REINFORCEMENTS IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

UNA DE LAS PRINCIPALES CAUSASDE DETERIORO Y FALLO PREMATURO DE ESTAS ESTRUCTURAS / ONE OF THE MAIN CAUSES OF DETERIORATION AND PREMATURE FAILURE OF THESE STRUCTURES

LA RESISTIVIDAD DEL HORMIGÓN ES UNO DE LOS PARÁMETROS MÁS IMPORTANTES PARA LA EVALUACIÓN Y DETECCIÓN DE LA CORROSIÓN / CONCRETE RESISTIVITY IS ONE OF THE MOST IMPORTANT PARAMETERS THAT CAN HELP TO ASSESS CORROSION OF STEEL IN CONCRETE

DESCRIBE LA CAPACIDAD DEL MATERIAL A OPONERSE A LA TRANSFERENCIA DE CARGA/ IT DESCRIBES THE ABILITY OF CONCRETE TO WITHSTAND THE TRANSFER OF CHARGE

FUNDAMENTAL PARA EL DESARROLLO DE LOS PROCESOS DE CORROSIÓN/ RESISTIVITY OF CONCRETECAN DETERMINE THE EXISTANCE OF CORROSION PROCESSES

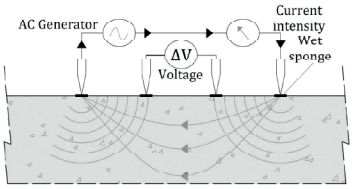


Imagen 2. Esquema de medida mediante la técnica de Wenner o de las 4 puntas.
Image 2. Wenner or four-pin method for concrete resistivity analysis

ANÁLISIS DE LA RESISTIVIDAD DEL HORMIGÓN EN ESTRUCTURAS EXISTENTES (IN SITU)/ RESISTIVITY ANALYSIS ON EXISTING REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

MÉTODO DIRECTO UNE-EN 83988-1 / DIRECT METHOD UNE-EN 83988-1

MÉTODO DE WENNER O DE LAS 4 PUNTAS ES LA TÉCNICA MÁS UTILIZADA/ WENNER OR FOUR-PIN METHOD IS THE MOST COMMONLY USED TECHNIQUE

MEDIDA SOBRE PROBETAS EN CONDICIONES DE LABORAOTRIO. NO SE ESPECÍFICA EL TAMAÑO DE LAS MUESTAS/ ANALYSIS ON CORES IN LABORATORY CONDITIONS. SIZE AND GEOMETRY OF CORES AND TEST SPECIMENS IS NOT WELL DEFINED

REQUIERE DE HERRAMIENTAS ESPECÍFICAS Y PERSONAL CUALIFICADO/ THIS METHOD REQUIRES SPECIFIC TOOLS AND EXPERIENCED OPERATORS

PLAN EXPERIMENTAL / EXPERIMENTAL PLAN

Estudio de la resistividad del hormigón mediante el método directo en condiciones de laboratorio (Imagen 3)
-Probetas fabricadas con diferentes hormigones (Tabla 1)
-Probetas con distintas geometrías (Imagen 4)

Concrete resistivity analysis by direct method on laboratory conditions (Image 3)
-Test specimens manufactured using different concretes(Table 1)
-Analysis on test specimens with different geometries(Image 4)

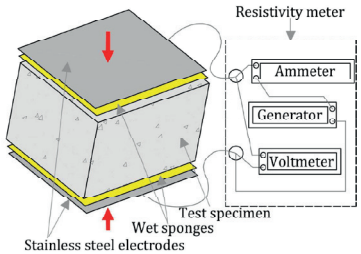


Imagen 3. Medida de la resistividad eléctrica sobre probeta en condiciones de laboratorio.
Image 3. Concrete resistivity analysis on laboratory conditions.

Tabla 1. Dosificaciones (kg/m³ de hormigón).
Table 1. Dosages (kg/m³ concrete).

HORMIGÓN/CONCRETE	H30	H50	H90	H150
CEM I 42,5 R/SR / *CEM I 42.5 R/SR*	292	450	500	800
Agua / *Water*	190	225	178	160
Superplastificante / *Superplasticizer*	2,80	1,37	3,50	30
Humo de sílice / *Silica fume*			55	175
Harina de sílice / *Silica flour*				225
Arena (0/0,5) / *Sand (0/0.5)*				302
Arena (0,6/1,2) / *Sand (0.6/1.2)*				565
Arena (0/4) / *Sand (0/4)*	1256	880	914	
Grava (4/7) / *Gravel (4/7)*		880	779	
Grava (4/12) / *Gravel (4/12)*	707			
Fibras metálicas / *Steel fibres*				175
Relación agua/material cementante / *Water/binder ratio*	0.65	0.5	0.32	0.2
Resistencia a compresión (Mpa) / *Compressive strength (Mpa)*	31.21	51.20	88.72	135.89



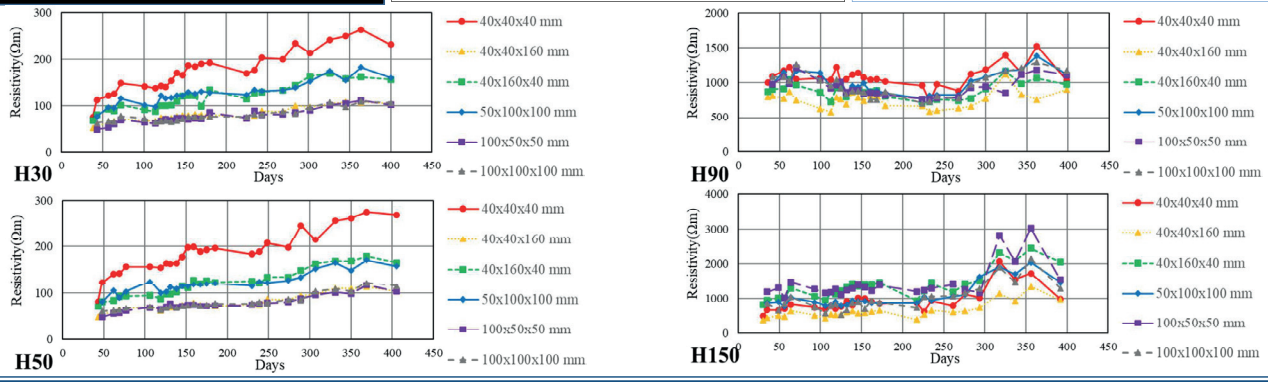
40x40x40 mm
40x40x160 mm
40x160x40 mm
50x100x100 mm
100x50x50 mm
100x100x100 mm

Imagen 4. Probetas utilizadas durante el estudio. / Image 4. Test specimens were used.

RESULTADOS / RESULTS

Estudio de la evolución de la resistividad durante 400 días.

Concrete resistivity analysis for 400 days.



CONCLUSIONES / CONCLUSIONS

La geometría de la probeta puede afectar de manera significativa al valor obtenido en la medida de la resistividad del hormigón.
-Esta variación es mucho más evidente en hormigones convencionales (H30 y H50), con una variación de resultados entre 200% y 250%.
-En el caso de hormigones de muy alta resistencia o UHPFRC (H90 y H150) esta variación fue menor (50%).

The results showed the specimen size/geometry can significantly affect the results obtained.
-The test specimen geometry has a great influence on test specimens manufactured using ordinary concretes.
-On very high-performance concrete or UHPFRC (H90 and H150) the variation was lower, under 50%.

ESTIMACIÓN RÁPIDA DEL COEFICIENTE DE DIFUSIÓN DE CLORUROS EN ESTADO NO ESTACIONARIO EN HORMIGÓN

QUICK ESTIMATION OF CHLORIDE DIFFUSION COEFFICIENT FROM NON-STEADY-STATE EXPERIMENTS IN CONCRETE

Josep Ramon Lliso-Ferrando
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Isabel Gasch Molina
Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: igasch@mes.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: igasch@mes.upv.es
Ana Martínez-Ibernón
Investigadora en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
José Manuel Gandía-Romero
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: joganro@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: joganro@csa.upv.es
Manuel Valcuende Payá
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es
Juan Soto Camino
Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València. E-mail: jsotoca@upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: jsotoca@upv.es

Abstract

Chloride-induced corrosion in reinforced concrete structures located in the marine environment is a major problem. To prevent it, the concretes used in these types of constructions must have a high resistance to the chloride diffusion. To assess this intrinsic property of the material, there are different laboratory tests can be performed.

On the one hand, there are several Standards based on the first Fick's Law. These documents assume stationary conditions. This approach is not applicable in real cases. For this, the second Fick's Law (non-stationary conditions) is used, where the modelling considers the chloride content varies with respect to time or the possibility of chemical bonds being generated during the diffusion process. There are different test methods that focus on analysing the chloride diffusion coefficient under non-steady-state conditions. However, some tests are quite time-consuming. This paper presents an equation for a quick estimation of the non-steady-state chloride diffusion coefficient based on the analysis of more than 100 laboratory tests performed during the last year.

Keywords
Reinforced concrete structures, Durability, Chlorides, Corrosion

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

ESTIMACIÓN RÁPIDA DEL COEFICIENTE DE DIFUSIÓN DE CLORUROS EN ESTADO NO ESTACIONARIO EN HORMIGÓN

QUICK ESTIMATION OF CHLORIDE DIFFUSION COEFFICIENT FROM NON-STEADY-STATE EXPERIMENTS IN CONCRETE

J.R. Lliso Ferrando[1,2], I. Gasch Molina[1], A. Martínez-Ibernón[1,2], J.M. Gandía-Romero[1,2], M. Valcuende Payá[2], J. Soto Camino[1].
III. Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico de la Universitat Politècnica de València[1]. Dpto. Construcciones Arquitectónicas de la Universitat Politècnica de València[2]

RESUMEN

La corrosión inducida por cloruros en las estructuras de hormigón armado situadas en ambientes marinos es un problema grave. Para prevenir este fenómeno, el hormigón utilizado en este tipo de construcciones debe tener una alta resistencia a la difusión de cloruros hacia su interior. Para analizar esta propiedad intrínseca del material, existen diferentes ensayos para llevar a cabo en laboratorio.

Por un lado, hay varias normas basadas en la primera Ley de Fick. Estos documentos asumen el estado estacionario. Este enfoque no puede ser aplicado en casos reales. Para ello, se utiliza la segunda Ley de Fick (condiciones no estacionarias), donde se asume que el contenido de cloruros varía con el tiempo y tiene en cuenta el posible enlace químico que genere el ion. Son varías las normas que analizan este parámetro, sin embargo, se trata de métodos que requieren largos periodos de ensayo. En este estudio se presenta una ecuación para una estimación rápida del coeficiente de difusión en estado no estacionario del hormigón. En este trabajo se recopilan datos de más de 100 ensayos llevados a cabo en laboratorio durante el último año.

ABSTRACT

Chloride-induced corrosion in reinforced concrete structures located in the marine environments is a major problem. To prevent it, the concretes used in these types of constructions must have a high resistance to the chloride diffusion. To assess this intrinsic property of the material, there are different laboratory tests can be performed.

On the one hand, there are several Standards based on the first Fick's Law. These documents assume stationary conditions. This approach is not applicable in real cases. For this, the second Fick's Law (non-stationary conditions) is used, where the modelling considers the chloride content varies with respect to time or the possibility of chemical bonds being generated during the diffusion process. There are different test methods that focus on analysing the chloride diffusion coefficient under non-steady-state conditions. However, some tests are quite time-consuming. This paper presents an equation for a quick estimation of the non-steady-state chloride diffusion coefficient based on the analysis of more than 100 laboratory tests performed during the last year.

INTRODUCCIÓN

La difusión de los cloruros a través del hormigón se puede modelizar mediante la primera Ley de Fick [1]. Sin embargo, este enfoque asume unas condiciones de flujo unidireccional y constante que no representa el caso de las estructuras de hormigón armado, por lo que solo pueden simularse en condiciones de laboratorio.

En una estructura real el flujo de cloruros depende el tiempo, pero, además, existe una variación del contenido del ion respecto a la profundidad. Este método de difusión se puede modelizar mediante la segunda Ley de Fick [2]. Para el caso de difusión unidireccional semifinita, la ecuación sería [3], donde se introduce el coeficiente de difusión en estado no estacionario (D_{nns}).

Analizar este parámetro en el hormigón es de gran utilidad ya que permite comparar hormigones o realizar estimaciones de la respuesta del material en un ambiente marino. Algunos de los ensayos realizados para estimar el D_{nns} requieren de largos periodos de tiempo. Otros, en cambio, como el NT Build 492 aceleran el ensayo mediante un proceso de migración y su duración oscila entre 24 y 96 horas.

En este trabajo se presenta una ecuación para realizar una estimación rápida del D_{nnsm} a partir del análisis de más de 100 muestras mediante el método NT Build 492. Estos ensayos se realizaron en laboratorio durante el último año, abarcando desde hormigones convencionales hasta hormigones de muy alta resistencia (resistencias f_c entre 30 y 150 MPa a 28 días).

[1] $F = -D_{ss} \cdot \frac{dC}{dx}$ [2] $\frac{\partial C}{\partial t} = D_{nss} \cdot \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$ [3] $C(x,t) = C_s \cdot \left[1 - \text{erf}\left(\frac{x}{2 \cdot \sqrt{D_{nss} t}}\right)\right]$

INTRODUCTION

The chloride diffusion in concrete can be modelled using the Fick's first law [1]. However, this approach assumes steady, unidirectional flow conditions that do not represent the case of reinforced concrete structures. Therefore, this can only be simulated under laboratory conditions.

In real structures, the chloride flux is time-dependent but, in addition, there is a variation of the ion content with respect to Depth. This diffusion method can be modelled by means of the Fick's second law [2]. For the case of semifinite unidirectional diffusion, the equation would be [3], where the non-steady-state diffusion coefficient (D_{nns}) is introduced.

Analysing this parameter in concrete is very useful as it allows comparing concretes or estimating the materials' response in the marine environment. Some tests carried out to estimate the D_{nns} require long time periods. Others, such as NT Build 492, accelerate the test through a migration process and take between 24 and 96 hours.

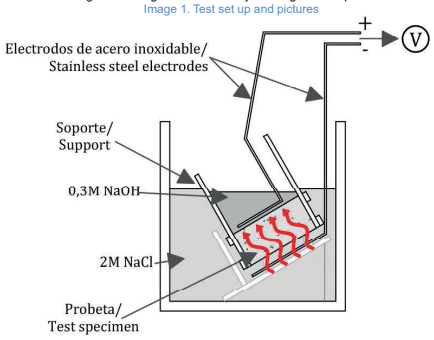
This paper presents an equation for a rapid estimation of D_{nnsm} after the analysis of more than 100 simples using the NT Build 492 method. These test were carried out in laboratory during last year, ranging from ordinary concretes to ultra-high-performance concretes (strengths f_c between 30 and 150 MPa at the age of 28 days).

[1] $F = -D_{ss} \cdot \frac{dC}{dx}$ [2] $\frac{\partial C}{\partial t} = D_{nss} \cdot \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$ [3] $C(x,t) = C_s \cdot \left[1 - \text{erf}\left(\frac{x}{2 \cdot \sqrt{D_{nss} t}}\right)\right]$

PLAN EXPERIMENTAL

A lo largo del último año se han realizado más de 100 ensayos de laboratorio para estimar el coeficiente D_{nnsm} según se describe en la NT Build 492. A partir de los datos obtenidos (D_{nnsm} y I_{V30}) se presenta una ecuación para la estimación rápida de D_{nnsm}.

Imagen 1. Configuración del ensayo e imágenes del proceso / Image 1. Test set up and pictures



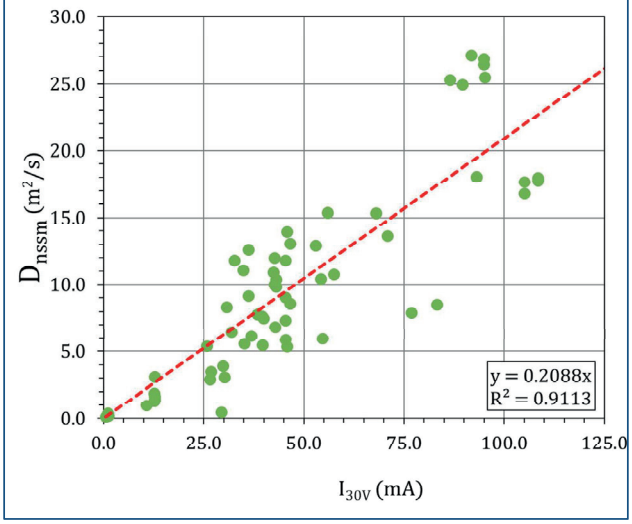


EXPERIMENTAL PLAN

Over the last year more than 100 test specimens were analysed to estimate the D_{nnsm} coefficient as described in Standard NT Build 492. From the data obtained (D_{nnsm} and D_{nnsm}), an equation for rapid estimation of D_{nnsm} is presented.

RESULTADOS / RESULTS

Imagen 2. Resultados / Image 2. Results



CONCLUSIONES

En este trabajo se ha presentado una ecuación para obtener el valor del coeficiente de difusión de los cloruros en estado no estacionario (D_{nssm}) en cualquier tipo de hormigón de manera rápida, únicamente aplicando una diferencia de potencial de 30 V y analizando la intensidad de corriente que pasa por el circuito (I_{30V}). Los datos utilizados provienen del análisis de más de 100 probetas, ensayos realizados en el último año en laboratorio con diferentes tipos de hormigón (resistencias f_c entre 30 y 150 MPa a 28 días).

$$D_{nssm} = 0.2088 \cdot I_{30V}$$

Esta ecuación debe considerarse como un método rápido para estimar el D_{nssm}. Sin embargo, los resultados obtenidos no deben ser asumidos como exactos, ya que la desviación con los datos utilizados en este estudio no fue despreciable (R^2 =0.91).

CONCLUSIONS

In this work, an equation has been presented to obtain the chloride diffusion coefficient in non-steady state (D_{nssm}) in any type of concrete in a fast way, only by applying a potential difference of 30 V and analysing the current intensity passing through the circuit (I_{30V}). The data used come from the analysis of more than 100 specimens, tests carried out in last year in the laboratory with different types of concrete (strengths f_c between 30 and 150 MPa at 28 days).

$$D_{nssm} = 0.2088 \cdot I_{30V}$$

This equation should be considered as a quick method to estimate D_{nssm}. However, the results obtained should not be assumed to be accurate, as the deviation with the data used in this study was not negligible (R^2 =0.91).

ACKNOWLEDGEMENTS. The authors thank the Spanish Government for Grant PID2020-119744RB-C21 funded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033, and the support of the Universitat Politècnica de València. They are also grateful for the predoctoral scholarship granted to Josep Ramon Lliso Ferrando as part of the "Formación de Personal Investigador" programme from the Universitat Politècnica de València (FPI-UPV-2018).

IMPORTANCIA DE LAS MACROCELDAS EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO SITUADAS EN AMBIENTE MARINO

SIGNIFICANCE OF MACROCELL CURRENTS IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES LOCATED IN THE MARINE ENVIRONMENT

Josep Ramon Lliso-Ferrando
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Isabel Gasch Molina
Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: igasch@mes.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: igasch@mes.upv.es
Ana Martínez-Ibernón
Investigadora en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
José Manuel Gandía-Romero
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: joganro@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: joganro@csa.upv.es
Manuel Valcuende Payá
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es

Abstract

Chloride-induced corrosion is one of the main causes of deterioration in reinforced concrete structures. The chloride diffusion in concrete occurs due to the material's permeability. This agent can reach the reinforcement, and it can cause the local depassivation of the rebar and this triggers localised corrosion. At these sports, pitting corrosion is generated, where anodic and cathodic regions coexist which produce local corrosion or microcells ($i_{CORR,MICRO}$). In addition, the electrical connection between rebars which keep their initial passivity together with the corroding areas produces macrocell currents ($i_{CORR,MACRO}$). The total corrosion ($i_{CORR,TOTAL}$) of the rebars corresponds to the sum of both components: $i_{CORR,TOTAL} = i_{CORR,MICRO} + i_{CORR,MACRO}$. Although macrocell currents have been extensively studied, their significance in reinforced concrete structures and the need to be considered by embedded monitoring systems has not been proved. The aim of this study is to demonstrate the importance of these currents in $i_{CORR,TOTAL}$. For this purpose, reinforced concrete specimens were exposed to a simulated marine environment. They were prepared with four different concrete types. The corrosion of reinforcements was monitored for more than 300 days. At the end of the exposure period, a gravimetric validation was performed. The results obtained showed the macrocell currents can multiply the corrosion damage by a factor of 50.

Keywords
Reinforced concrete structures, Durability, Corrosion, Macrocell currents

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

IMPORTANCIA DE LAS MACROCELDAS EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO SITUADAS EN AMBIENTE MARINO

SIGNIFICANCE OF MACROCELL CURRENTS IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES LOCATED IN THE MARINE ENVIRONMENT

J.R. Lliso Ferrando[1,2], I. Gasch Molina[1], A. Martínez-Ibernón[1,2], J.M. Gandía-Romero[1,2], M. Valcuende Payá[2].
III. Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico de la Universitat Politècnica de València[1]. Dpto. Construcciones Arquitectónicas de la Universitat Politècnica de València[2]

RESUMEN

La corrosión inducida por cloruros es una de las principales causas de deterioro prematuro en las estructuras de hormigón armado. La difusión de los cloruros en el hormigón se produce como consecuencia de la permeabilidad de este material. Este ion es capaz de alcanzar las armaduras y desencadenar despasivación localizada de las armaduras y, por tanto, la corrosión localizada. En estos puntos se generan picaduras, donde conviven las regiones anódicas y catódicas, que producen la corrosión local o microcelda ($i_{CORR,MICRO}$). Además, la conexión eléctrica con las regiones del armado que todavía mantienen su estado inicial de pasividad desencadena las corrientes de macrocelda ($i_{CORR,MACRO}$). La corrosión total del armado equivale a la suma de ambas componentes: $i_{CORR,TOTAL} = i_{CORR,MICRO} + i_{CORR,MACRO}$. A pesar de que las corrientes de macrocelda han sido estudiadas por numerosos autores, su importancia en las estructuras de hormigón armado y la necesidad de ser consideradas por los sistemas de monitorización embebidos no ha sido demostrada. El objetivo de este estudio es demostrarlo. Para ello, diferentes probetas fabricadas con 4 tipos de hormigón fueron expuestas a un ambiente marino. La corrosión de las armaduras embebidas se monitorizó durante más de 300 días. Al finalizar este periodo, se realizó una validación gravimétrica del estudio. Los resultados demostraron que las corrientes de macroceldas pueden multiplicar por 50 el daño por corrosión en los casos más desfavorables.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de los sistemas de monitorización de la corrosión embebidos emplean sensores aislados del resto del armado. Este enfoque ignora las corrientes de macrocelda. La corrosión total de una región del armado corresponde a la suma de ambas componentes, tanto la intensidad de corrosión local como de microcelda: $i_{CORR,TOTAL} = i_{CORR,MICRO} + i_{CORR,MACRO}$.

INTRODUCTION

Most embedded corrosion monitoring systems use sensors that remain isolated from the rest of the rebars. This approach ignores macrocell currents. The total corrosion of rebars corresponds to the sum of both the local and microcell corrosion intensity components: $i_{CORR,TOTAL} = i_{CORR,MICRO} + i_{CORR,MACRO}$.

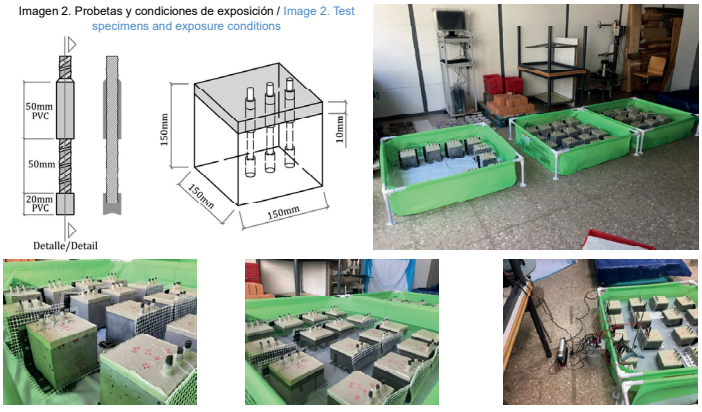
PLAN EXPERIMENTAL

Para demostrar la importancia de las corrientes de macrocelda se fabricaron 36 probetas (108 armaduras) con cuatro tipos de hormigón. Las muestras fueron parcialmente sumergidas en agua de mar y durante más de 300 días se realizó la monitorización de la corrosión.

EXPERIMENTAL PLAN

To prove the significance of macrocell currents, 36 specimens (108 reinforcements) were manufactured. Four types of concrete were prepared. The specimens were partially immersed in seawater and corrosion monitoring was carried out for more than 300 days.

Imagen 2. Probetas y condiciones de exposición / Image 2. Test specimens and exposure conditions



ABSTRACT

Chloride-induced corrosion is one of the main causes of early deterioration in reinforced concrete structures. The chloride diffusion in concrete occurs due to the material's permeability. This agent can reach the reinforcement, and it can cause the local depassivation of the rebar, and this triggers localised corrosion. At these sports, pitting corrosion is generated, where anodic and cathodic regions coexist. They produce local corrosion or microcells ($i_{CORR,MICRO}$). In addition, the electrical connection between rebars which keep their initial passivity together with the corroding areas produce macrocell currents ($i_{CORR,MACRO}$). The total corrosion ($i_{CORR,TOTAL}$) of the rebars corresponds to the sum of both components: $i_{CORR,TOTAL} = i_{CORR,MICRO} + i_{CORR,MACRO}$. Although macrocell currents have been extensively studied, their significance in reinforced concrete structures and the need to be considered by embedded monitoring systems has not been proved. The aim of this study is to demonstrate the importance of these currents in $i_{CORR,TOTAL}$. For this purpose, reinforced concrete specimens were exposed to a simulated marine environment. They were prepared with four different concrete types. The corrosion of reinforcements was monitored for more than 300 days. At the end of the exposure period, a gravimetric validation was performed. The results obtained showed the macrocell currents can multiply the corrosion damage by a factor of 50.

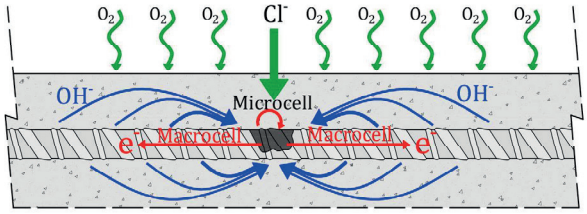


Imagen 1. Corrosión localizada en estructuras de hormigón armado / Image 1. Localised corrosion in reinforced concrete structures

Tabla 1. Dosificaciones (kg/m³ de hormigón) / Table 1. Mixture proportions of concrete (kg/m³ of concrete)

	T-30	T-40	T-50	T-90
Cemento / Cement (CEM II 32.5 B-L)	307			
Cemento / Cement(CEM I 42.5 R/SR)		292	450	500
Agua / Water	184	190	225	178
Superplastificante / Superplasticizer	1.85	2.80	1.37	3.50
Humo de sílice / Silica fume				55
Arena (0/4) / Sand (0/4)	1438	1256	880	914
Grava (4/7) / Gravel (4/7)			880	779
Grava (4/12) / Gravel (4/12)	491	707		
Relación agua/cemento / Water/binder ratio	0.60	0.65	0.50	0.32

Tabla 2. Ensayos realizados a 28 días / Table 2. Characterisation tests performed at 28 days age

	T-30	T-40	T-50	T-90
Resistencia a compresión / Compressive strength (MPa) [Standard UNE-EN 12390-3:2020]	30.67 (1.12)	39.47 (3.21)	47.75 (0.92)	88.86 (2.42)
Coeficiente de porosidad accessible al agua / Porosity accesible to water (%) [Standard UNE 83980:2014]	15.51 (0.21)	14.79 (0.30)	13.17 (0.07)	9.14 (0.03)
Coeficiente de succión capilar / Capillary suction coefficient ($kg/m^2min^{0.5}$) [Standard UNE 83980:2014]	72.75 (4.82)	67.41 (10.2)	53.06 (2.36)	31.27 (1.25)
Permeabilidad al oxígeno / Oxygen permeability (m^2) [Standard UNE 83982:2008]	$3.12{\cdot}10^{-16}$ ($8.3{\cdot}10^{-17}$)	$1.02{\cdot}10^{-16}$ ($2.3{\cdot}10^{-17}$)	$1.17{\cdot}10^{-16}$ ($2.9{\cdot}10^{-17}$)	$7.63{\cdot}10^{-19}$ ($2.3{\cdot}10^{-19}$)
Difusión de cloruros (migración) / Chloride migration coefficient (migration) (m^2/s) [Standard NT Build 492]	$53.8{\cdot}10^{-12}$ ($4.1{\cdot}10^{-11}$)	$26.8{\cdot}10^{-12}$ ($1.5{\cdot}10^{-11}$)	$22.1{\cdot}10^{-12}$ ($8.5{\cdot}10^{-12}$)	$1.9{\cdot}10^{-12}$ ($1.3{\cdot}10^{-12}$)
Resistividad / Resistivity (Ωm) [Standard UNE 83988-1:2008]	51.64 (7.23)	51.90 (12.10)	49.05 (5.32)	800.80 (26.87)

Tabla 3. Configuración de las muestras y nomenclatura / Table 3. Samples configuration and naming of test specimens

Hormigón / Concrete type	T-30		T-40		T-50		T-90	
Configuración eléctrica / Electric configuration	M	NM	M	NM	M	NM	M	NM
Recubrimiento / Cover (5 mm, +5)	6	3	6	3	6	3	6	3
Recubrimiento / Cover (10 mm, +10)	6	3	6	3	6	3	6	3
Recubrimiento / Cover (20 mm, +20)	6	3	6	3	6	3	6	3
Total / Total rebars	108 (36 probetas) / 108 (36 test specimens)							

RESULTADOS / RESULTS Imagen 3. Resultados / Image 3. Results

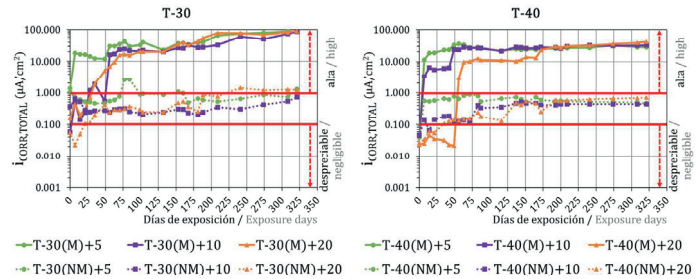


Tabla 4. Pérdida de masa (mg) acumulada por cada grupo de estudio / Table 4. Accumulated mass loss (mg) according to each studied group

Hormigón / Concrete type	T-30		T-40		T-50		T-90	
Configuración eléctrica / Electric configuration	M	NM	M	NM	M	NM	M	NM
Recubrimiento / Cover (5 mm, +5)	6676 (9)	128 (7)	3442 (11)	52 (14)	1819 (21)	47 (11)	22 (4)	2 (3)
Recubrimiento / Cover (10 mm, +10)	5393 (12)	45 (10)	2269 (9)	80 (8))	1589 (15)	22 (5)	5 (2)	2 (1)
Recubrimiento / Cover (20 mm, +20)	4468 (13)	101 (5)	627 (7)	21 (2)	737 (6)	18 (1)	2 (1)	3 (2)

CONCLUSIONES

*Las corrientes de macrocelda no muestran influencia mientras las armaduras están en estado pasivo. Cuando se produce la despasivación de parte del armado, las corrientes de macrocelda alcanzan valores altos y pueden incrementar la intensidad de corrosión total. En este caso, se incrementó en casi dos órdenes de magnitud.

*Respecto al daño acumulado total, al finalizar este estudio, la pérdida de masa total fue 50 veces más alta en las armaduras M que en las NM (T-30+5). Esta diferencia corresponde directamente a la componente $i_{CORR,MACRO}$ de la corrosión total.

CONCLUSIONS

*Macrocell currents show no influence while the reinforcement is in passive condition. When depassivation of part of the reinforcement occurs, the macrocell currents reach high values and can increase the total corrosion intensity. In this case, it increased by almost two orders of magnitude.

*Regarding the total cumulative damage, at the end of this study, the total mass loss was 50 times higher in the M reinforcement than in the NM reinforcement (T-30+5). This difference corresponds directly to the $i_{(COORR,MACRO)}$ component of the total corrosion.

ACKNOWLEDGEMENTS. The authors thank the Spanish Government for Grant PID2020-119744RB-C21 funded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033, and the support of the Universitat Politècnica de València. They are also grateful for the predoctoral scholarship granted to Josep Ramon Lliso Ferrando as part of the "Formación de Personal Investigador" programme from the Universitat Politècnica de València (FPI-UPV-2018).

ANÁLISIS DE LA EFECTIVIDAD DE LAS REPARACIONES MEDIANTE PARCHEADO EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO. PARTE 1: MORTERO UTILIZADO

ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF PATCH REPAIRS IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES. PART 1: MORTAR USED

Josep Ramon Lliso-Ferrando
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Isabel Gasch Molina
Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: igasch@mes.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: igasch@mes.upv.es
Ana Martínez-Ibernón
Investigadora en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
José Manuel Gandía-Romero
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: joganro@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: joganro@csa.upv.es
Manuel Valcuende Payá
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es

Abstract

In recent years, many reinforced concrete structures have been affected by corrosion damage of rebars. This phenomenon is a major problem that requires significant expenditure in repairs. The most used method to alleviate corrosion damage is the patching repair. This procedure consists of removing the concrete cover, cleaning the reinforcement, and filling the hole with a new mortar. However, it is a process that is often not carried out properly and results in new damages within a short period of time. This paper presents an analysis of the effectiveness of this type of repair by means of experimental laboratory works. For this purpose, corroded reinforcements were prepared, and they were embedded in a commercial repair mortar prepared with different dosages. The specimens were partially immersed in seawater for more than 200 days, simulating the conditions of the real structures, and corrosion monitoring was carried out. In parallel, an analysis of the accumulated damage was carried out and, at the end of the study, the rebars were subjected to visual inspection. This work proved how the presence of defects due to poor backfill with repair mortar or poor dosage can increase the damage three times.

Keywords
Reinforced concrete structures, Durability, Corrosion, Patch repairs

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

ANÁLISIS DE LA EFECTIVIDAD DE LAS REPARACIONES MEDIANTE PARCHEADO EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO. PARTE 1: MORTERO UTILIZADO

ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF PATCH REPAIRS IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES. PART 1: MORTAR USED

J.R. Lliso Ferrando[1,2], I. Gasch Molina[1], A. Martínez-Ibernón[1,2], J.M. Gandía-Romero[1,2], M. Valcuende Payá[2].
III. Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico de la Universitat Politècnica de València[1]. Dpto. Construcciones Arquitectónicas de la Universitat Politècnica de València[2]

RESUMEN

Durante los últimos años se han visto muchas estructuras de hormigón armado afectadas por la corrosión de sus armaduras embebidas. Se trata de un problema grave que requiere grandes gastos en reparaciones. El método más utilizado en estas intervenciones es la reparación mediante parcheado. Este procedimiento consiste en la retirada del recubrimiento, limpieza de las armaduras y rellenado del hueco con un mortero de reparación adecuado. Sin embargo, este proceso no suele realizarse correctamente y en poco tiempo aparecen de nuevo daños por corrosión. Este estudio presenta un análisis donde se evalúa la eficacia de una reparación, reproducida bajo condiciones de laboratorio. Para ello, unas armaduras previamente corroídas mediante corriente impresa fueron embebidas en un mortero de reparación comercial preparado con diferentes dosificaciones. Las probetas fueron parcialmente sumergidas en agua de mar durante más de 200 días, simulando un caso real de estructura de hormigón armado. Durante este periodo se realizó la monitorización de las armaduras y, al final del trabajo, las armaduras fueron sometidas a inspección visual. Este estudio demostró que la presencia de defectos en el rellenado o una dosificación inadecuada puede multiplicar el daño por corrosión el triple en muy poco tiempo.

INTRODUCCIÓN

El método más utilizado para reparar estructuras de hormigón armado dañadas por corrosión es mediante parcheado. Este proceso consiste en detectar las zonas del armado afectadas, retirar el recubrimiento, limpiar el metal y rellenar con un mortero de reparación. A pesar de ser una tarea sencilla, los errores de ejecución implican que en poco tiempo aparezcan de nuevo procesos de corrosión.

ABSTRACT

In recent years, many reinforced concrete structures have been affected by corrosion damage of rebars. This phenomenon is a major problem that requires significant expenditure in repairs. The most used method to alleviate corrosion damage is the patching repair. This procedure consists of removing the concrete cover, cleaning the reinforcement, and filling the hole with a new mortar. However, it is a process that is often not carried out properly and results in new damages within a short period of time. This paper presents an analysis of the effectiveness of this type of repair by means of experimental laboratory works. For this purpose, corroded reinforcements were prepared, and they were embedded in a commercial repair mortar prepared with different dosages. The specimens were partially immersed in seawater for more than 200 days, simulating the conditions of the real structures, and corrosion monitoring was carried out. In parallel, an analysis of the accumulated damage was carried out and, at the end of the study, the rebars were subjected to visual inspection. This work proved how the presence of defects due to poor filling with repair mortar or poor dosage can increase the damage three times.

INTRODUCTION

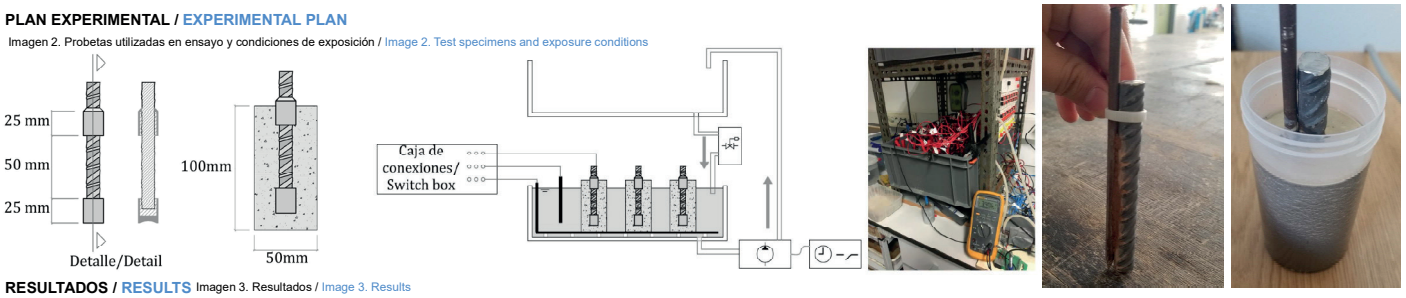
The most used method for repairing corrosion-damaged reinforced concrete structures is by patch repairs. This process consists of detecting the affected reinforcement areas, removing the concrete cover, cleaning the metal and backfill the hole with a repair mortar. Although this is a simple task, errors in execution mean that corrosion processes can reappear within a short time.

Imagen 1. Ejemplos de estructura de hormigón armado reparada y procedimiento para realizar una reparación por parcheado/ Image 1. Examples of repaired reinforced concrete structures and patch repair procedure

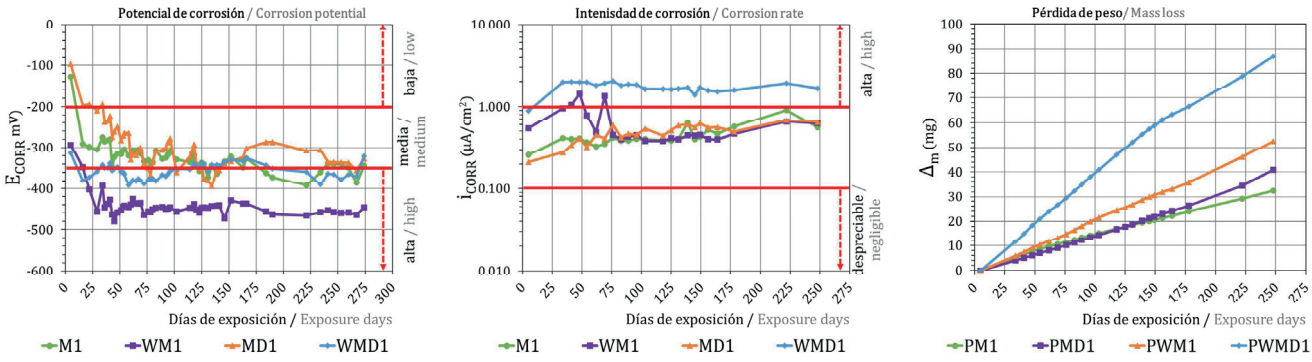


PLAN EXPERIMENTAL / EXPERIMENTAL PLAN

Imagen 2. Probetas utilizadas en ensayo y condiciones de exposición / Image 2. Test specimens and exposure conditions



RESULTADOS / RESULTS Imagen 3. Resultados / Image 3. Results



CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos se pueden extraer las siguientes conclusiones:

-las reparaciones en estructuras de hormigón armado requieren de un procedimiento adecuado. Cuando se incluye en el amasado más agua de la necesaria, o el hormigonado no se realiza correctamente (se generan vacíos y oquedades), los daños por corrosión aparecen rápidamente;

-en este trabajo, se estimó que ambos factores pueden suponer un daño por corrosión tres veces mayor que si se realiza una reparación adecuada.

CONCLUSIONS

The following conclusions can be drawn from the results obtained:

-repairs in reinforced concrete structures require a proper procedure. When dosage is prepared including more water than necessary or when backfilling the patch repairs is not appropriate (voids next to the rebar appear), corrosion damage appears quickly;

-in this work, it was estimated that both of these factors can lead to three times more corrosion damage than if a proper repair is carried out.

ACKNOWLEDGEMENTS. The authors thank the Spanish Government for Grant PID2020-119744RB-C21 funded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033, and the support of the Universitat Politècnica de València. They are also grateful for the predoctoral scholarship granted to Josep Ramon Lliso Ferrando as part of the "Formación de Personal Investigador" programme from the Universitat Politècnica de València (FPI-UPV-2018).

ANÁLISIS DE LA EFECTIVIDAD DE LAS REPARACIONES MEDIANTE PARCHEADO EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO. PARTE 2: MORTERO DE PASIVACIÓN

ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF PATCH REPAIRS IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES. PART 2: PASSIVATING MORTAR

Josep Ramon Lliso-Ferrando
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Isabel Gasch Molina
Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: igasch@mes.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: igasch@mes.upv.es
Ana Martínez-Ibernón
Investigadora en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
José Manuel Gandía-Romero
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València. Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: joganro@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: joganro@csa.upv.es
Manuel Valcuende Payá
Investigador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es

Abstract

In the first part of this study, the results that were presented proved patch repairs require an appropriate dosage and the backfill must be adequate. Air voids must be prevented. These spaces generate air chambers that become saturated. This fact promotes increase of corrosion damage in repaired areas, requiring further repairs. To prevent it, it is advisable to apply protections to the rebars in the repaired areas (passivating mortars). This cement-based mortar enhanced with silica fume is used as passivating and bonding layer. In this work, an analysis is presented in which the effectiveness of applying passivating mortar in a case of repaired reinforced concrete structure is studied. For this purpose, corroded reinforcements were prepared and embedded in a commercial repair mortar manufactured with two dosages, one as described by the supplier and the other one including 10% more water than necessary. For 250 days, the specimens were subjected to wetting-drying cycles (every 12 hours). Throughout this period, corrosion monitoring was carried out and the accumulated damage was analysed by studying the mass loss. Subsequently, the rebars were subjected to visual inspection. All the results obtained were also compared with the variables studied in part 1 of this study. The results showed that the use of the passivating mortar can mitigate corrosion damage by almost 50%, even under the most unfavourable conditions.

Keywords
Reinforced concrete structures, Durability, Corrosion, Patch repairs

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

ANÁLISIS DE LA EFECTIVIDAD DE LAS REPARACIONES MEDIANTE PARCHEADO EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO. PARTE 2: MORTERO DE PASIVACIÓN

ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF PATCH REPAIRS IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES. PART 2: PASSIVATING MORTAR

J.R. Lliso Ferrando[1,2], I. Gasch Molina[1], A. Martínez-Ibernón[1,2], J.M. Gandía-Romero[1,2], M. Valcuende Payá[2].
III. Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico de la Universitat Politècnica de València[1]. Dpto. Construcciones Arquitectónicas de la Universitat Politècnica de València[2]

RESUMEN

En la primera parte de este estudio, los resultados presentados demostraron que las reparaciones mediante parcheado en estructuras de hormigón armado requieren de una dosificación adecuada y el rellenado debe ser apropiado. Las oquedades deben evitarse. Estos espacios generan cámaras de aire que pueden quedar saturadas. Estos espacios generan un incremento del daño por corrosión en las zonas reparadas, lo que obliga a volver a acometer reparaciones. Para prevenirlo, es recomendable aplicar protecciones sobre las armaduras (morteros de reparación). Estos morteros con base de cemento pero mejorados con humo de sílice se utilizan como pasivantes y también mejoran la adherencia. En este trabajo se presenta un estudio para evaluar la eficacia de utilizar morteros de pasivación. Para ello, armaduras previamente corroídas fueron embebidas en un mortero de reparación comercial, preparado según el fabricante y también incluyendo un 10% más de agua. Durante 250 días las probetas fueron sometidas a ciclos humectación-secado cada 12 horas y se realizó una monitorización de la corrosión. También se analizó la pérdida de masa acumulada y se realizó inspección visual de las armaduras. Todos los resultados fueron comparados con las variables analizadas en la parte 1 del trabajo. Los resultados demostraron que la utilización del mortero de pasivación puede reducir en casi un 50% el daño por corrosión, incluso en las condiciones más desfavorables.

INTRODUCCIÓN

El método más utilizado para reparar estructuras de hormigón armado dañadas por corrosión es mediante parcheado. Este proceso consiste en detectar las zonas del armado afectadas, retirar el recubrimiento, limpiar el metal y rellenar con un mortero de reparación. A pesar de ser una tarea sencilla, los errores de ejecución implican que en poco tiempo aparezcan de nuevo procesos de corrosión.

PLAN EXPERIMENTAL

En este trabajo se reprodujeron las condiciones del primer estudio. Sin embargo, las armaduras fueron protegidas aplicando una capa de mortero de pasivación comercial.

ABSTRACT

In the first part of this study, the results that were presented proved patch repairs require an appropriate dosage and the backfill must be adequate. Air voids must be prevented. These spaces generate air chambers that become saturated. This fact promotes increase of corrosion damage in repaired areas, requiring further repairs. To prevent it, it is advisable to apply protections to the rebars in the repaired areas (passivating mortars). This cement-based mortar enhanced with silica fume is used as passivating and bonding layer. In this work, an analysis is presented in which the effectiveness of applying passivating mortar in a case of repaired reinforced concrete structure is studied. For this purpose, corroded reinforcements were prepared and embedded in a commercial repair mortar manufactured with two dosages, one as described by the supplier and the other one including 10% more water than necessary. For 250 days, the specimens were subjected to wetting-drying cycles (every 12 hours). Throughout this period, corrosion monitoring was carried out and the accumulated damage was analysed by studying the mass loss. Subsequently, the rebars were subjected to visual inspection. All the results obtained were also compared with the variables studied in part 1 of this study. The results showed that the use of the passivating mortar can mitigate corrosion damage by almost 50%, even under the most unfavourable conditions.

INTRODUCTION

The most used method for repairing corrosion-damaged reinforced concrete structures is by patch repairs. This process consists of detecting the affected reinforcement areas, removing the concrete cover, cleaning the metal and backfill the hole with a repair mortar. Although this is a simple task, errors in execution mean that corrosion processes can reappear within a short time.

EXPERIMENTAL PLAN

In this work, the conditions of the first study were reproduced. However, the reinforcement was protected by applying a layer of commercial passivating mortar.

Imagen 1. Ejemplos de estructura de hormigón armado reparada y defecto por mal rellenado/ Image 1. Examples of repaired reinforced concrete structures and patch repair mistake





RESULTADOS / RESULTS Imagen 2. Resultados / Image 2. Results

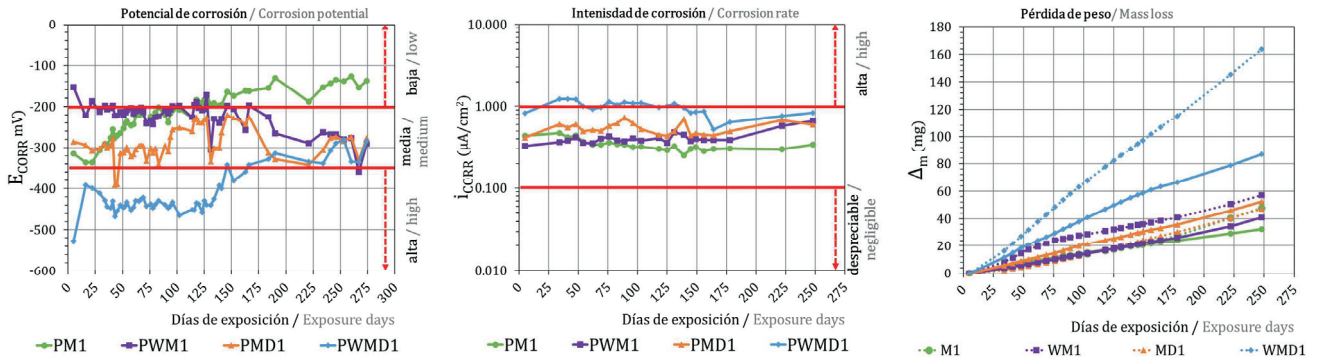


Imagen 3. Inspección visual / Image 2. Visual inspection



CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos se pueden extraer las siguientes conclusiones:

-las reparaciones en estructuras de hormigón armado requieren de un procedimiento adecuado. Cuando se incluye en el amasado más agua de la necesaria, o el hormigonado no se realiza correctamente (se generan vacíos y oquedades), los daños por corrosión aparecen rápidamente;

-en este trabajo, se estimó que ambos factores pueden suponer un daño por corrosión tres veces mayor que si se realiza una reparación adecuada.

CONCLUSIONS

The following conclusions can be drawn from the results obtained:

-repairs in reinforced concrete structures require a proper procedure. When dosage is prepared including more water than necessary or when backfilling the patch repairs is not appropriate (voids next to the rebar appear), corrosion damage appears quickly;

-in this work, it was estimated that both of these factors can lead to three times more corrosion damage than if a proper repair is carried out.

ACKNOWLEDGEMENTS. The authors thank the Spanish Government for Grant PID2020-119744RB-C21 funded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033, and the support of the Universitat Politècnica de València. They are also grateful for the predoctoral scholarship granted to Josep Ramon Lliso Ferrando as part of the "Formación de Personal Investigador" programme from the Universitat Politècnica de València (FPI-UPV-2018).

DISMINUCIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO. 2 vs. 3 ELECTRODOS.

ENERGY DEMAND REDUCTION IN REINFORCEMENT CONCRETE STRUCTURES MONITORING SYSTEMS. 2 vs. 3 ELECTRODES.

Ana Martínez-Ibernón
Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Isabel Gasch Molina
Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València. E-mail: igasch@mes.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: igasch@mes.upv.es
Josep Ramon Lliso-Ferrando
Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València. Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. E-mail: jollife2@arq.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: jollife2@arq.upv.es
Roberto Vengut Tro
Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València. E-mail: roventr@etsid.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: roventr@etsid.upv.es
José Manuel Gandía-Romero
Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València. Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. E-mail: joganro@csa.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: joganro@csa.upv.es
Manuel Valcuende Payá
Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es
Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es

Abstract

The Structural Health Monitoring systems (SHM) in reinforcement concrete structures formed by electrochemical sensors systems traditionally use a three electrode cell configuration (working electrode- counter electrode- reference electrode).

This configuration produces the increasement of the system economical cost vs. the cost of the less used two electrodes configuration (working electrode- pseudoreference/ counter electrode), due to: the cost of the reference electrode and the complexity of the electronic system. On the other hand, the most of the reference sensors need a maintenance and control of their potential, these difficult the continuous monitoring of the structures.

Furthermore, considering the currently socio-economic context, the saving energy resources is a key point in the sustainable development of the human activity, according to HORIZON 2030, the replacement of 3 electrodes configuration to two electrodes will decrease the energy demand of the SHM system.

In view of previous works, the configuration of two electrodes , could be used if the surface of the counter electrode was thirty five times higher than the working electrode surface [1].

The objective of the study is to identify the differences that occur in the results using the configuration with two electrodes compared to the traditional configuration with three electrodes and the potential energy savings that the change of configuration entails.

Keywords

Monitoring, electrochemical sensors, cell configuration, corrosion

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

DISMINUCIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO. 2 vs. 3 ELECTRODOS

ENERGY DEMAND REDUCTION IN REINFORCEMENT CONCRETE STRUCTURES MONITORING SYSTEMS. 2 vs. 3 ELECTRODES

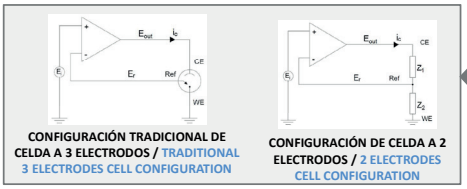
A. Martínez-Ibernón[1,2], I. Gasch Molina[1], J.R. Lliso Ferrando[1,2], R. Vengut Tro[1], J.M. Gandía-Romero[1,2], M. Valcuende Payá[2].
Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico de la Universitat Politècnica de València[1]. Dpto. Construcciones Arquitectónicas de la Universitat Politècnica de València[2]

INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION:

OBJETIVO DE DESARROLLO SOSTENIBLE: AUMENTO DE LA DURABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO (EHA)/ SUSTAINABLE DEVELOPMENT AIM: INCREASEMENT OF REINFORCEMENT CONCRETE STRUCTURES (RCS) SERVICE LIFE

SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN DEL ESTADO DE LAS ESTRUCTURAS (SHM)/ STRUCTURAL HEALTH MONITORING SYSTEMS (SHM)

OBJETIVO DE DESARROLLO SOSTENIBLE: ECONOMIZAR EL USO DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS/ SUSTAINABLE DEVELOPMENT AIM: ENERGY RESOURCES SAVING



CONFIGURACIÓN TRADICIONAL DE CELDA A 3 ELECTRODOS / TRADITIONAL 3 ELECTRODES CELL CONFIGURATION

CONFIGURACIÓN DE CELDA A 2 ELECTRODOS / 2 ELECTRODES CELL CONFIGURATION

SISTEMAS DE SENSORES ELECTROQUÍMICOS/ ELECTROCHEMICAL SENSORS SYSTEM

CAMBIAR LA CONFIGURACIÓN TRADICIONAL DE CELDA DE 3 ELECTRODOS POR CONFIGURACIÓN DE CELDA A 2 ELECTRODOS / CHANGE THE TRADITIONAL 3 ELECTRODES CELL CONFIGURATION BY 2 ELECTRODE CELL CONFIGURATION

ELIMINACIÓN DEL ELECTRODO DE REFERENCIA / REMOVEMENT OF REFERENCE ELECTRODE

ELIMINACIÓN DE NECESIDAD DE MANTENIMIENTO/ REMOVEMENT OF THE MAINTENANCE NECESITY

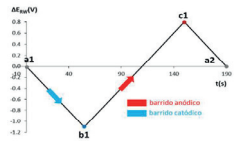
SIMPLIFICACIÓN DEL EQUIPO ELÉCTRONICO/ SIMPLIFICATION OF ELECTRONIC EQUIPMENT

REDUCCIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA/ SIMPLIFICATION OF ELECTRONIC EQUIPMENT

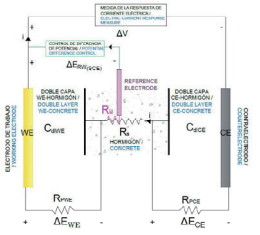
- Electrodo de trabajo (WE, por sus siglas en inglés *"Working Electrode"*) → electrodo donde se produce la reacción de interés. / Working electrode (WE)→ electrode where the reaction of interest occurs.
- Contraelectrodo o electrodo auxiliar (CE, por sus siglas en inglés *"Counter Electrode"*) → sirve para cerrar la conexión eléctrica entre el potenciostato y el electrodo de trabajo a través del electrolito. / Counter electrode or auxiliary electrode (CE) → is used to close the electrical connection between the potentiostat and the working electrode through the electrolyte.
- Electrodo de referencia (Ref) → es un electrodo cuyo potencial respecto al electrodo normal de hidrógeno es conocido y constante. Su función es trabajar como referencia permitiendo medir y controlar la tensión aplicada sobre el WE. Por él no debe circular corriente. / Reference electrode (Ref) → which is an electrode whose potential with respect to the normal hydrogen electrode is known and constant. This electrode allow to measure and control the voltage applied to the WE. No current should flow through it.

EXPERIMENTAL / EXPERIMENTAL:

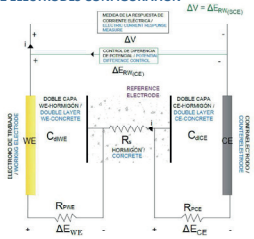
ENSAYO ELECTROQUÍMICO/ ELECTROCHEMICAL TEST :



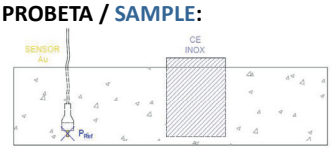
CONFIGURACIÓN A 3 ELECTRODOS / 3 ELECTRODES CONFIGURATION

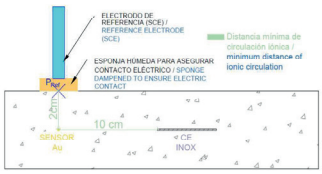


CONFIGURACIÓN A 2 ELECTRODOS / 2 ELECTRODES CONFIGURATION



PROBETA / SAMPLE:







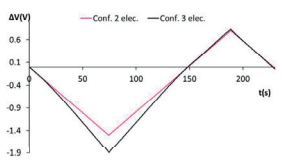
HORMIGÓN a/c=0.6 WITHOUT ADITIONS / CONCRETE w/c=0.6 WITHOUT ADITIONS

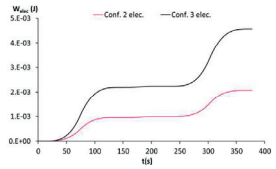
Electrodo		Superficie (cm^2)	Relación de superficies (S_{CE}/S_{WE})
WE	Au	0,07	357,12
CE	Plancha INOX	24.78	----------

RESULTADOS / RESULTS:

$$P = i * \Delta V$$ ***POTENCIA ELÉCTRICA / ELECTRIC POWER***

$$W_{elec} = \int P * dt$$ ***ENERGÍA ELÉCTRICA REQUERIDA (TRABAJO ELÉCTRICO)/ ELECTRICAL ENERGY REQUIRED (ELECTRIC WORK)***

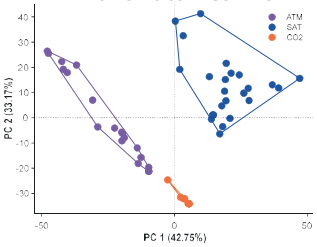




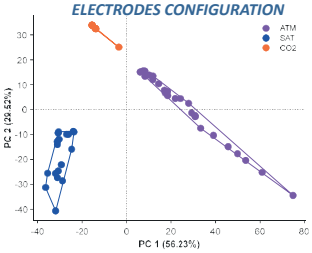
La diferencia de tensión aplicada entre WE y CE es mayor en el caso de la configuración a 3 electrodos , por lo que la energía eléctrica requerida es mayor (del orden de 12 veces más)/ The difference potential applied between WE and CE is bigger in the case of 3 electrodes configuration, therefore the electric energy required is high (more or less 12 times higher).

ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (por sus siglas en inglés, PCA) / PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS (PCA)

CONFIGURACIÓN A 2 ELECTRODOS / 2 ELECTRODES CONFIGURATION



CONFIGURACIÓN A 3 ELECTRODOS / 3 ELECTRODES CONFIGURATION



En el análisis PCA el sistema a 2 electrodos es capaz de clasificar las muestras, y por tanto detectar el estado de la matriz endurecida de hormigón , como ocurre con la configuración tradicional a 3 electrodos./ In the PCA analysis the system with two electrodes configuration is capable to identify the differences between the samples and group them depending on the concrete state. As occurs with the traditional configuration (3 electrodes).

CONCLUSIONES / CONCLUSIONS:

LOS MODELOS PCA DE CLASIFICACIÓN DEL HORMIGÓN OBTENIDOS CON LA CONFIGURACIÓN A 2 ELECTRODOS PERMITEN CLASIFICAR EL ESTADO DEL HORMIGÓN (CARBONATADO, SATURADO DE AGUA, ETC) AL IGUAL QUE LOS MODELOS OBTENIDOS CON LA CONFIGURACIÓN TRADICIONAL. SIN EMBARGO LA CONFIGURACIÓN A 2 ELECTRODOS SUPONE EN TODO CASO UN CONSUMO DE ENERGÍA MENOR QUE LA CONFIGURACIÓN A 3 ELECTRODOS. POR LO QUE EL DESARROLLO DE SISTEMAS CON ESTA CONFIGURACIÓN ESTARÁ EN LA LÍNEA DEL DESARROLLO SOSTENIBLE, TAN NECESARIO HOY EN DÍA.

THE PCA MODELS FOR CONCRETE CLASSIFICATION OBTAINED WITH THE 2-ELECTRODE CONFIGURATION ALLOW TO CLASSIFY THE CONCRETE STATE AS THE MODELS OBTAINED WITH THE TRADITIONAL CONFIGURATION (3-ELECTRODE). HOWEVER, THE CONFIGURATION WITH 2 ELECTRODES PRODUCE IN ANY CASE A LOWER ENERGY CONSUMPTION THAN THE CONFIGURATION WITH 3 ELECTRODES. SO THE DEVELOPMENT OF SYSTEMS WITH THIS CONFIGURATION WILL BE IN THE LINE OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT, SO NECESSARY TODAY.

ESTIMACIÓN DE LA VARIACIÓN DE HÚMEDAD EN EL HORMIGÓN MEDIANTE SISTEMA SENSOR.

HUMIDITY VARIATION ESTIMATION IN CONCRETE MATRIX BY MEANS OF SENSOR SYSTEM.

Ana Martínez-Ibernón
Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Isabel Gasch Molina
Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València. E-mail: igasch@mes.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: igasch@mes.upv.es
Josep Ramon Lliso-Ferrando
Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València. Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. E-mail: jollife2@arq.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: jollife2@arq.upv.es
Pablo Monzón Bello
Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. E-mail: pabmonb1@csa.upv.es
Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: pabmonb1@csa.upv.es
José Manuel Gandía-Romero
Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València. Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. E-mail: joganro@csa.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: joganro@csa.upv.es
Manuel Valcuende Payá
Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es
Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es

Abstract

One of the main causes of Reinforced Concrete Structures (EHA) durability loss, is the corrosion of the reinforcements bars.

Under "normal" concrete conditions, the rebars remain passive, thanks to a protective oxide layer that is generated on its surface (passive layer).

However, in certain circumstances, aggressive agents penetrate through the concrete matrix and arrive to the rebars surface, causing the destruction of the protective layer (corrosion triggers).

Once the rebar has lost its protection, under favorable thermodynamic conditions and appropriate oxygen and water concentrations, accelerated corrosion phenomena develop.

Therefore, considering the above, the availability of water is one of the main determining factors in the kinetics of corrosion phenomena. Through its monitoring, it will be possible to evaluate and forecast the kinetics of possible active corrosion phenomena that may develop in the rebars, being able to establish preventive measures in order to avoid failures that compromise both the safety of people and the environment. cost of repairing the structure.

The objective of the study was to establish a first correlation model between the response of the voltammetric sensor and the variation of H_2O in the concrete matrix. The results of the study demonstrate the feasibility of the model.

Keywords

Monitoring, electrochemical sensors, humidity, corrosion

[1]Ramón Zamora JE. Sistema de Sensores Embebidos para Monitorizar la Corrosión de Estructuras de Hormigón Armado.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

ESTIMACIÓN DE LA VARIACIÓN DE HÚMEDAD EN EL HORMIGÓN ENDURECIDO MEDIANTE SISTEMA SENSOR.

HUMIDITY VARIATION ESTIMATION IN HARDENEDCONCRETE MATRIX BY MEANS OF SENSOR SYSTEM

A. Martínez-Ibernón[1,2] , I. Gasch Molina[1], J.R. Lliso Ferrando[1,2], P. Monzón Bello [2], J.M. Gandía-Romero[1,2], M. Valcuende Payá[2].
Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico de la Universitat Politècnica de València[1]. Dpto. Construcciones Arquitectónicas de la Universitat Politècnica de València[2]

INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION:

CORROSIÓN DE LAS ARMADURAS EN LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO / REBARS CORROSION IN REINFORCEMENT CONCRETE STRUCTUES

PRINCIPAL CAUSA DE PERDIDA DE DURABILIDAD / MAINLY CAUSE OF DURABILITY LOST

Para reducir los daños causados e incluso evitar el desarrollo activo de este fenómeno será necesario tanto conocer las causas que lo desencadenan como las causas que lo condicionan / To reduce the damage caused and even prevent the active development of this phenomenon, it will be necessary to know both the causes that trigger it and the causes that condition it.

UNO DE LOS PRINCIPALES FACTORES CONDICIONANTES / ONE OF THE MAINLY CONDITIONING FACTOR

DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD/ HUMIDITY AVAILABILITY

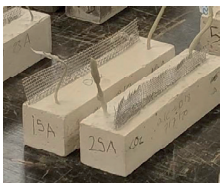
ETAPAS CORROSIÓN ARMADURAS / STEPS REBARS CORROSION :

1) $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$

2) $Fe^{2+} + 2H_2O \rightarrow Fe(OH)_2 + 2H^+$

3) $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$

EXPERIMENTAL / EXPERIMENTAL:



Se utilizaron 5 tipos de hormigones convencionales sin adiciones: de muy baja durabilidad (MBD): a/c=0.9 y a/c=0.8; de durabilidad media (DM): a/c=0.6 y a/c=0.5; de durabilidad alta (DA): a/c=0.4 y a/c=0.3.

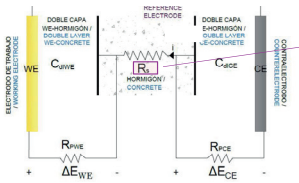
ESTADOS ESTUDIADOS/ STUDY SCENARIO:

- *T≈ 25°C; HR≈30%*
- *T≈ 25°C; HR≈60%*
- *T≈ 25°C; HR≈100%*
- *T≈ 25°C; PROBETAS SUMERGIDAS EN AGUA / SAMPLES SUBMERGED IN WATER*

ENSAYO ELECTROQUÍMICO/ ELECTROCHEMICAL TEST :

Espectroscopia de impedancia (EI)/ Impedance Spectroscopy (EIS)

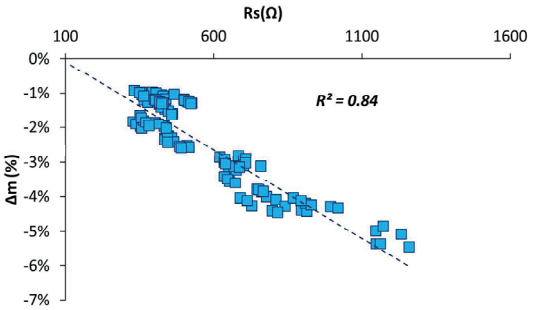
Empleando la Espectroscopía de Impedancia (EI) en el rango de frecuencias barrido comprendido entre 100000 Hz hasta 1000 Hz, con un valor de tensión eficaz de 10 mV, se obtuvo el valor de Rs (1), que se utiliza para corregir el efecto de la caída óhmica en los voltagramas obtenidos con CV. Para el cálculo de Rs se ha utilizado la analogía del circuito simple de Randles (Rs-Rp/Cdl) / The Rs value (1) was obtained by means of IS, which was employed to correct the ohmic drop effect in the voltagrams obtained with CV. The sweep frequencies range went from 100,000 Hz to 1,000 Hz. The sweep at high frequencies was justified by being similar to the simple Randles circuit (Rs-Rp/Cdl). The efficient value of the applied signal was 10 mV.



Resistencia a la circulación iónica del hormigón / Resistance to the ionic flow of concrete

CONFIGURACIÓN A 2 ELECTRODOS (CONTRAELECTRODO/PSEUDOREFERENCIA)

RESULTADOS / RESULTS:



- Teniendo en cuenta que las probetas no se contaminan con sales ni se exponen ante ningún ambiente que pueda modificar los productos contenidos en la red porosa, la variación del peso de las probetas será debida a la variación de agua en su interior. / Considering the samples are not contaminated with salts or exposed to any environment that could modify the products contained in the porous network, the variation in the weight of samples will be due to the variation of water inside.
- Cuando los poros de las probetas estén saturados de agua , las probetas alcanzaran su mayor peso. / When the pores of the samples are saturated with water, the specimens will reach their highest weight.
- La variación de peso porcentual del hormigón se refirió a la masa de las probetas en estado saturado de agua. / The percentage weight variation of the concrete was referred to the mass of the samples in saturated water conditions.
- Se puede establecer una relación lineal entre la variación de humedad de las probetas y el valor de Rs obtenido con el Sistema sensor. / A linear relationship can be established between the humidity variation of the samples and the value of Rs obtained with the sensor system.

CONCLUSIONES / CONCLUSIONS:

EL SISTEMA SENSOR PERMITE ESTIMAR LA VARIACIÓN DE AGUA EN LA MATRIZ DE HORMIGÓN PUDIENDO DESARROLLARSE MODELOS PARA LA ESTIMACIÓN DEL ESTADO DE CORROSIÓN DE LAS ARMADURAS A TRAVES DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA.	THE SENSOR SYSTEM ALLOWS THE ESTIMATION OF H_2O VARIATIONS IN THE CONCRETE MATRIX, BEING ABLE TO DEVELOP MODELS FOR THE ESTIMATION OF THE CORROSION STATE OF THE REBARS.

1) Martínez-Ibernón A, Ramón JE, Gandía-Romero JM, Gasch I, Valcuende M, Alcañiz M, et al. Electrochimica Acta Characterization of electrochemical systems using potential step voltammetry . Part II : Modeling of reversible systems. 2019;328.

ESTIMACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO EN EL HORMIGÓN MEDIANTE SISTEMA SENSOR.

ESTIMATION OF OXYGEN AVAILABILITY IN CONCRETE USING A SENSOR SYSTEM.

Ana Martínez-Ibernón
Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Isabel Gasch Molina
Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València. E-mail: igasch@mes.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: igasch@mes.upv.es
Josep Ramon Lliso-Ferrando
Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València. Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. E-mail: jollife2@arq.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: jollife2@arq.upv.es
Pablo Monzón Bello
Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. E-mail: pabmonb1@csa.upv.es
Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: pabmonb1@csa.upv.es
Roberto Vengut Tro
Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València. E-mail: roventr@etsid.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: roventr@etsid.upv.es
José Manuel Gandía-Romero
Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València. Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. E-mail: joganro@csa.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: joganro@csa.upv.es
Manuel Valcuende Payá
Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es
Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es

Abstract

The rebars corrosion is one of the mainly lost durability phenomena in the reinforcement concrete structures (RCS). The rebars embedded in concrete keep passive due to the high stable oxide formation over its surface, this is called passive layer. The passive layer is produced by the strong alkalinity of the concrete pore solution.

However, in some circumstances, through the concrete matrix penetrate aggressive agents, which generate the destruction of the passive layer (corrosion trigger factors).

Once the rebar lost its protection, with favourable thermodynamic conditions and the proper concentration of oxygen and water, the active corrosion is developed.

Therefore, the oxygen availability is one of the mainly kinetics corrosion conditioning reaction. By means of oxygen monitoring will be able to evaluate and forecast the active corrosion phenomena of rebars. In this way could be defined preventing measures before that would be produced fails that can compromise the people safety and the cost of the repairs operations.

The aim of the study was stablishing a first proposal model for the correlation between the sensor response and the oxygen concentration in the time of the measurement. The results verify the viability of the model.

Keywords

Monitoring, electrochemical sensors, oxygen, corrosion

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

ESTIMACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO EN EL HORMIGÓN MEDIANTE SISTEMA SENSOR.

ESTIMATION OF OXYGEN AVAILABILITY IN CONCRETE USING A SENSOR SYSTEM.

A. Martínez-Ibernón[1,2] , I. Gasch Molina[1], J.R. Lliso Ferrando[1,2], P. Monzón Bello [2], R. Vengut Tro[1], J.M. Gandía-Romero[1,2], M. Valcuende Payá[2].
Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico de la Universitat Politècnica de València[1]. Dpto. Construcciones Arquitectónicas de la Universitat Politècnica de València[2]

INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION:

CORROSIÓN DE LAS ARMADURAS EN LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO / REBARS CORROSION IN REINFORCEMENT CONCRETE STRUCTUES

PRINCIPAL CAUSA DE PERDIDA DE DURABILIDAD / MAINLY CAUSE OF DURABILITY LOST

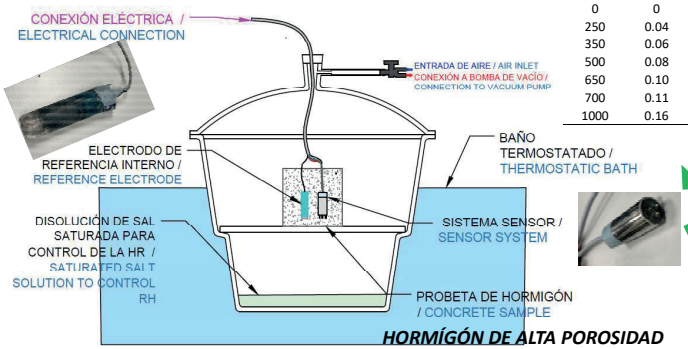
Para reducir los daños causados e incluso evitar el desarrollo activo de este fenómeno será necesario tanto conocer las causas que lo desencadenan como las causas que lo condicionan / To reduce the damage caused and even prevent the active development of this phenomenon, it will be necessary to know both the causes that trigger it and the causes that condition it.

UNO DE LOS PRINCIPALES FACTORES CONDICIONANTES / ONE OF THE MAINLY CONDITIONING FACTORS

Control por difusión del oxígeno:

La concentración de oxígeno en la superficie del metal o la difusión de este a través de la matriz de hormigón es muy baja, siendo en este caso la reacción catódica la que controla la cinética de la reacción. / The oxygen concentration on the metal surface or its diffusion through the concrete matrix is very low, being in this case the cathodic reaction the one that controls the kinetics of the reaction.

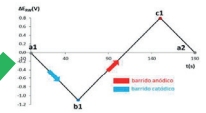
EXPERIMENTAL / EXPERIMENTAL:



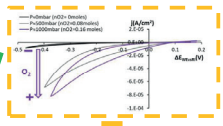
P_T (mbar)	n_{O2} (moles)
0	0
250	0.04
350	0.06
500	0.08
650	0.10
700	0.11
1000	0.16

HORMÍGÓN DE ALTA POROSIDAD (a/c=0.8) / HIGH POROSITY CONCRETE (w/c=0.8)

ENSAYO ELECTROQUÍMICO/ ELECTROCHEMICAL TEST :



Señal de excitación / Excitation signal



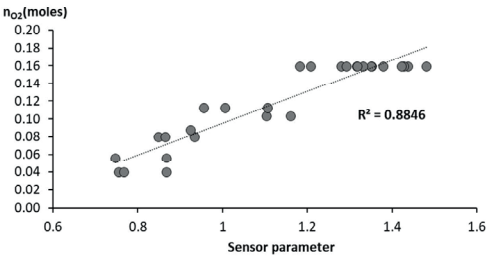
Señal respuesta/ Response signal

Voltametría cíclica/ Cyclic voltammetry

Análisis de resultados/ Results analysis

Definición del parámetro de correlación con n_{O2}/ Correlation parameter definition

RESULTADOS / RESULTS:



- El parámetro definido a traves de la respuesta del sensor es adimensional y no depende del electrode de referencia utilizado. / The parameter defined through the response of the sensor is dimensionless and does not depend on the reference electrode used.
- Existe una relación lineal directa entre el parametron extarido de la respuesta del sensor y la concentración de O_2 / There is a direct linear relationship between the extracted parameter of the sensor response and the O_2 concentration.

CONCLUSIONES / CONCLUSIONS:

EL SISTEMA SENSOR PERMITE ESTIMAR LA CONCENTRACIÓN MOLAR DE O_2 EN EL INTERIOR DE LA MATRIZ DE HORMIGÓN PUDIENDOSE DESARROLLARSE MODELOS PARA LA ESTIMACIÓN DEL ESTADO DE CORROSIÓN DE LAS ARMADURAS.	THE SENSOR SYSTEM ALLOWS THE ESTIMATION OF O_2 MOLAR CONCENTRATION INSIDE THE CONCRETE MATRIX, BEING ABLE TO DEVELOP MODELS FOR THE ESTIMATION OF THE CORROSION STATE OF THE REBARS.

MODELO PCA PARA DETERMINACIÓN DE pH DEL HORMIGÓN. SENSOR VOLTAMÉTRICO.

PCA MODEL FOR HARDENED CONCRETE pH DETERMINATION. VOLTAMMETRIC SENSOR.

Ana Martínez-Ibernón
Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Isabel Gasch Molina
Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València. E-mail: igasch@mes.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: igasch@mes.upv.es
Josep Ramon Lliso-Ferrando
Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València. Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. E-mail: jollife2@arq.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: jollife2@arq.upv.es
José Manuel Gandía-Romero
Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València. Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. E-mail: joganro@csa.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: joganro@csa.upv.es
Manuel Valcuende Payá
Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es
Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es

Abstract

The monitoring of concrete pore solution pH takes an important role in the structures maintenance, considering the corrosion induced by the pH drop is one of the mainly failure causes in the Reinforcement Concrete Structures (RCS) located in atmospheres of high CO_2 concentration and sewerage.

The pH drop in the concrete pore solution by the penetration of the CO_2 through the porous net is produced by the combination of CO_2 with the $Ca(OH)_2$ contained in the concrete pore solution producing carbonates with low solubility, as a result taking place the decreasement until neutral pH, this phenomenon is called concrete carbonation. In the case of sewerage, the generation of biogenic sulphuric acid is favoured due to the presence of sulforeductors and oxidation bacteria, producing the pH drop until 2.

The pH drop produces the instability and final generalised destruction of the rebars passive layers, which is the previously step to the generalized corrosion. The current monitoring systems to measure the pH in concrete matrix are based on potentiometric sensors. These have some drawbacks such as the interference of different reactions on the sensor surface and the temperatura, inducing errors of interpretation in the sensors response.

In order to reduce the problems of the traditional pH monitoring systems, in this study was presented a novel system of voltammetric sensor embedded in concrete for the classification of pore solution concrete pH by means of PCA Model. In the voltammetric sensor, the potential sweep signal applied comprises the potential range where the effect of the pH variations has more influence in the sensor response reducing the overlap effect produced in the potentiostatic sensor.

Keywords

Concrete pH, PCA model, Voltametric sensor, Corrosion

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

MODELO PCA PARA DETERMINACIÓN DE pH DEL HORMIGÓN. SENSOR VOLTAMÉTRICO.
PCA MODEL FOR HARDENED CONCRETE pH DETERMINATION. VOLTAMMETRIC SENSOR.

A. Martínez-Ibernón[1,2], I. Gasch Molina[1], J.R. Lliso Ferrando[1,2], J.M. Gandía-Romero[1,2], M. Valcuende Payá[2].
Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico de la Universitat Politècnica de València[1]. Dpto. Construcciones Arquitectónicas de la Universitat Politècnica de València

INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION:

MÉTODOS TRADICIONALES DE MONITORIZACIÓN EN LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO / TRADITIONAL MONITORING REINFORCEMENT CONCRETE STRUCTURES MONITORING SYSTEMS → SENSORES POTENCIOMÉTRICOS / POTENTIOMETRIC SENSORS → PROBLEMAS: SOLAPAMIENTO DE REACCIONES → INCURRIR EN ERRORES DE ANÁLISIS / DRAWBACKS: REACTIONS OVERLAP → PRODUCE ERRORS IN THE RESPONSE ANALYSIS → OBJETIVO DEL ESTUDIO: MEJORA DE SISTEMA TRADICIONAL MEDIANTE LA PROPUESTA DE SISTEMA DE SENSOR VOLTAMÉTRICO + ANÁLISIS PCA / STUDY AIM: IMPROVEMENT OF THE TRADITIONAL MEASURE BY MEANS OF VOLTAMMETRIC SENSOR + PCA ANALYSIS

método de medida pasivo / passive measurement method

CAÍDA DEL pH DE LA DISOLUCIÓN DE PORO DEL HORMIGÓN / DROP OF pH CONCRETE PORE SOLUTION → PRODUCE / PRODUCES → DESTRUCCIÓN DE LA CAPA PASIVA / REBARS PASSIVE LAYER DESTROIMENT + CONDICIONES TERMODINÁMICAS, $[O_2]$ Y $[H_2O]$ FAVORABLES / THERMODINAMIC CONDITIONS, $[O_2]$ AND $[H_2O]$ FAVOURED CONDITIONS → CORROSIÓN ACTIVA DE LAS ARMADURAS / REBARS ACTIVE CORROSION

CARBONATACIÓN DEL HORMIGÓN / CONCRETE CARBONATION

AMBIENTE DE ALTO CONTENIDO EN CO_2 / HIGH $[CO_2]$ ATMOSPHERE

El CO2 se combina con el Ca(OH)2 contenido en la disolución de poro, produciéndose carbonatos poco solubles. Como resultado el pH se reduce hasta niveles cercanos a la neutralidad, este fenómeno es conocido como carbonatación del hormigón. / The CO_2 is combined with the $Ca(OH)_2$ contained in the concrete pore solution producing carbonates with low solubility, as a result taking place the decreasement until neutral pH, this phenomenon is called concrete carbonation.

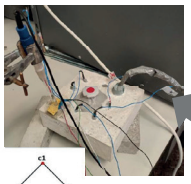
ACIDIFICACIÓN DEL MEDIO / MEDIA ACIDIFICATION

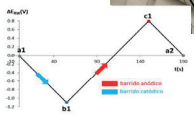
AMBIENTE DE ALCANTARILLADO /SEWERAGE ATMOSPHERE

En los ambientes de alcantarillado, se suelen generar ácidos sulfúricos biogenéticos, favorecidos por la presencia de sulforeductores y bacterias oxidantes. La producción de este acido genera caídas de pH en la disolución de poro del hormigón hasta valores de pH de 2. / In the case of sewerage, the generation of biogenic sulphuric acid is favoured due to the presence of sulforeductors and oxidation bacteria, producing the pH drop until 2.

EXPERIMENTAL / EXPERIMENTAL:

ENSAYO ELECTROQUÍMICO/ ELECTROCHEMICAL TEST :



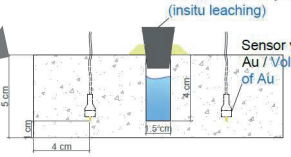


PROBETA / SAMPLE:

Rango de pH estudiado entre 13 y 8 / pH range between 13 and 8

Perforación para medida de pH (insitu leaching) / Hole to measure pH (insitu leaching)

Sensor voltamétrico de Au / Voltammetric sencor of Au



HORMIGÓN DE ALTA POROSIDAD (a/c=0.8) / HIGH POROSITY CONCRETE (w/c=0.8)

ANÁLISIS DE RESULTADOS/ RESULTS ANALYSIS:

MODELO PCA / PCA MODEL:

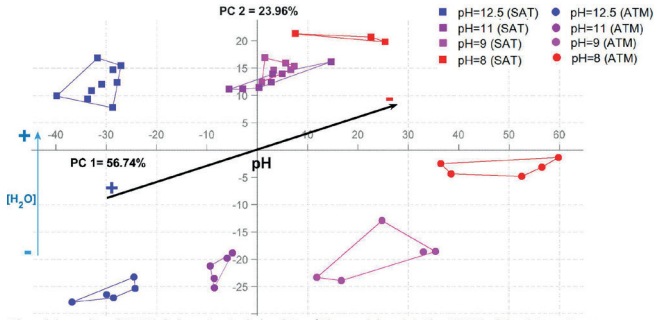
CALIBRACIÓN / CALIBRATION → AJUSTE / FIT → VALIDACIÓN / VALIDATION

TAMAÑO DE MUESTRAS / MEASUREMENTS NUMBER	
CALIBRACIÓN / CALIBRATION	VALIDACIÓN / VALIDATION
45	24

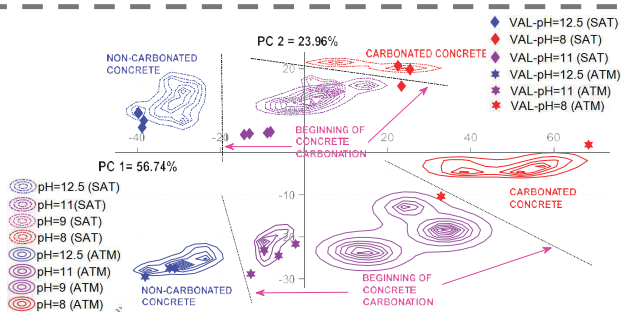
ESCENARIOS DE ESTUDIO / STUDY SCENARIOS :

- CONDICIONES DE SATURACIÓN DE AGUA (SAT) / WATER SATURATED (SAT)
- CONDICIONES DE LABORATORIO (ATM) / LABORATORY CONDITIONS (ATM)

RESULTADOS / RESULTS:



- El modelo explica el 80.7% de la variancia de los datos / The model explain the 80.7 % of the data variance
- A medida que una muestra se desplaza hacia arriba la disponibilidad de humedad en el hormigón es mayor./ The upward displacement of a sample means more humidity availability in the concrete
- A medida que un punto se desplaza hacia la derecha significara que el pH de la muestra al que hace referencia desciende / A sample right displacement means a drop in the concrete pH



- En la validación la mayoría de las muestras están situadas en el entorno de pH al que corresponden / In the model validation the most of the samples are located in the zone of their corresponding pH.

CONCLUSIONES / CONCLUSIONS:

EL SENSOR VOLTAMÉTRICO DE Au JUNTO A LAS TECNICAS ELECTROQUÍMICAS Y EL ANALÍSIS PCA ES UNA COMBINACIÓN EFICIENTE PARA EL DESARROLLO DE SISTEMEAS DE MONITORIZACIÓN DE EHA.
EL SENSOR A TRAVES DEL MODELO PCA ES CAPAZ DE IDENTIFICAR TODOS LOS ESTADOS DE CARBONATACIÓN DEL HORMMIGÓN.
EL SENSOR ES CAPAZ DE DETECTAR DISTINTOS CONTENIDOS DE HUMEDAD EN EL HORMIGÓN.
LA DURABILIDAD DEL SENSOR ESTA ASEGURADA CON EL USO DE UN METAL NOBLE.

THE Au VOLTAMMETRIC SENSOR PLUS THE ELECTROCHEMICAL TECHNIQUES APPLIED AND THE PCA ANALYSIS IT IS A EFFICIENT COMBINATION TO DEVELOPE RCS MONITORING SYSTEMS.
THE SENSOR THROUGH THE PCA MODEL IS CAPABLE TO IDENTIFY ALL THE CONCRETE CARBONATION STAGES.
THE SENSOR THROUGH THE PCA MODEL IS CAPABLE TO IDENTIFY DIFFERENT WATER CONTENT CONDITIONS IN THE NETWORK OF PORES.
THE DURABILITY OF THE SENSORS IS ENSURE USING A NOVEL METAL.

©2025, ETS de Ingeniería de Edificación, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA - 230

INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA UNA CONSTRUCCIÓN CIRCULAR

TECHNOLOGICAL RESEARCH DEVELOPMENT FOR CIRCULAR CONSTRUCTION

Benito, F.J; Fernández,A.B.; Miñano, I.B; Parra, C.J; Rodriguez, C. ; Carrion, E; Mateo, J.M;

Innovation Department.. Urdecon Constructions (Murcia, Spain): fjbenito@urdecon.es Orcid: https://orcid.org/0000-0002-9932-9679 and afernandez@urdecon.es Orcid: https://orcid.org
Department of Architecture and Building Technologies, Technical / Polytechnic University of Cartagena,30203 Cartagena, Spain..: Carlos.parra@upct.es Orcid: https://orcid.org/0000-0002-2063-4604; isabel.minano@upct.es Orcid: https://orcid.org/0000-0002-8863-8759; elvira.carrion@upct.es Orcid: https://orcid.org/0009-0005-3642-2875; jmmateo@meii.es jmmateo@meii.es Orcid: https://orcid.org/0009-0008-7948-8059
Department of Construction Materials, Centro Tecnológico de la Construcción, Spain.. E-mail: crodriguez@ctcon-rm.com.Orcid: https://orcid.org/0000-0002-0082-7900

Abstract

The cement industry aims to reduce greenhouse gas emissions. The main approach to achieving this is by replacing all or part of the clinker with waste materials such as fly ash or biomass slag. In addition, replacing clinker with these recycled materials reduces the demand for natural resources and lowers energy consumption in the cement production process. However, implementing this strategy requires research and the development of new technologies to ensure the quality and durability of the material produced. The specific case of fly ash and biomass slag presents challenges due to their variable composition. Therefore, it is essential to conduct a thorough analysis of their chemical composition to ensure that they do not negatively affect the final properties of the product.

Keywords

Cement, greenhouse gas emissions

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA UNA CONSTRUCCIÓN CIRCULAR
TECHNOLOGICAL RESEARCH DEVELOPMENT FOR CIRCULAR CONSTRUCTION

Benito, F.J; Fernández,A.B.; Miñano, I.B; Parra, C.J; Rodriguez, C. ; Carrion, E; Mateo, J.M;

- Innovation Department.. Urdecon Constructions (Murcia, Spain): fjbenito@urdecon.es Orcid: https://orcid.org/0000-0002-9932-9679 and afernandez@urdecon.es Orcid: https://orcid.org
- Department of Architecture and Building Technologies, Technical / Polytechnic University of Cartagena,30203 Cartagena, Spain..: Carlos.parra@upct.es Orcid: https://orcid.org/0000-0002-2063-4604; isabel.minano@upct.es Orcid: https://orcid.org/0000-0002-8863-8759; elvira.carrion@upct.es Orcid: https://orcid.org/0009-0005-3642-2875; jmmateo@meii.es jmmateo@meii.es Orcid: https://orcid.org/0009-0008-7948-8059
- Department of Construction Materials, Centro Tecnológico de la Construcción, Spain.. E-mail: crodriguez@ctcon-rm.com,Orcid: https://orcid.org/0000-0002-0082-7900

INTRODUCCIÓN

La industria del cemento tiene como objetivo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. La principal vía para lograrlo es sustituir total o parcialmente el clinker por residuos como las cenizas volantes o escoria de biomasa. Además, la sustitución del clinker por estos materiales reciclados disminuye la demanda de recursos naturales y reduce el consumo de energía en el proceso de producción del cemento. Sin embargo, la implementación de esta estrategia requiere la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías que aseguren la calidad y la durabilidad del material producido. El caso concreto de cenizas volantes y escoria de biomasa presenta desafíos debido a su composición variable. Por tanto, es fundamental llevar a cabo un análisis exhaustivo de la composición química para garantizar que no afecten negativamente las propiedades finales del producto.

INTRODUCTION

The cement industry aims to reduce greenhouse gas emissions. The main approach to achieving this is by replacing all or part of the clinker with waste materials such as fly ash or biomass slag. In addition, replacing clinker with these recycled materials reduces the demand for natural resources and lowers energy consumption in the cement production process. However, implementing this strategy requires research and the development of new technologies to ensure the quality and durability of the material produced. The specific case of fly ash and biomass slag presents challenges due to their variable composition. Therefore, it is essential to conduct a thorough analysis of their chemical composition to ensure that they do not negatively affect the final properties of the product.

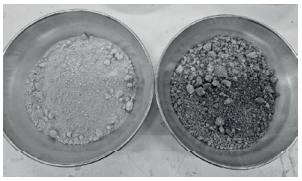


Imagen 1. Cenizas volantes y escorias de biomasa de Córdoba.
Image 1. Fly ash and biomass slag from Córdoba.

OBJETIVOS

El principal objetivo del proyecto es investigar, estudiar y caracterizar cenizas volantes y escoria de biomasa susceptibles de poder ser empleados en la fabricación de nuevos productos y aplicaciones como cementos, geopolímeros, hormigones y mezclas bituminosas.

OBJECTIVES

The main objective of the project is to research, study, and characterize fly ashes and biomass slags that could potentially be used in the production of new products and applications such as cements, geopolymers, concrete, and bituminous mixtures.

PLAN EXPERIMENTAL

Materiales

Se ha caracterizado cenizas volantes y escorias de biomasa mediante distintas técnicas de caracterización para determinar sus propiedades físico-químicas. Posteriormente, ambos residuos han recibido una serie de tratamientos para comprobar que se ha eliminado de manera efectiva los compuestos perjudiciales.

EXPERIMENTAL PLAN

Materials

Two types of fly ash and biomass slags have been characterized using various characterization techniques to determine their physicochemical properties. Subsequently, both waste materials have undergone a series of treatments to ensure the effective removal of harmful compounds.

RESULTADOS / RESULTS

Termogravimetría (TG)

Los dos tipos de residuos se sometieron a un análisis mediante TG para comprobar la pérdida o ganancia de peso de una muestra en función de la temperatura de exposición.

Thermogravimetry (TG)

The two types of waste were submitted to an analysis using TG to check the weight loss or gain of a sample as a function of the exposure temperature.

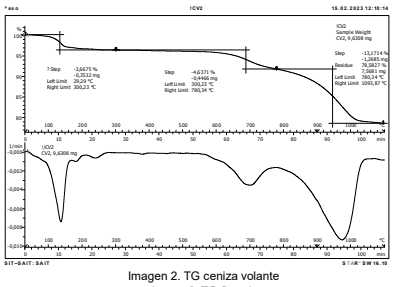


Imagen 2. TG ceniza volante
Image 2. TG fly ash

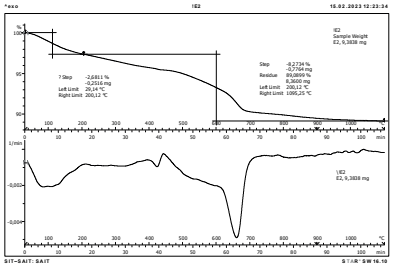


Imagen 3. TG escoria de biomasa
Image 3. TG biomass slag

Difracción de rayos X (DRX)

Las cenizas volantes se sometieron a un análisis mediante DRX para analizar la estructura cristalina de materiales.

X-ray Diffraction (XRD)

The fly ashes were subjected to an analysis using XRD to analyze the crystalline structure of the materials.

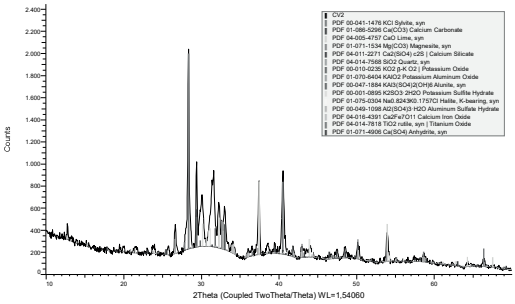


Imagen 4. DRX ceniza volante
Image 4. DRX fly ash

Fluorescencia de rayos X (FRX)

Los dos tipos de residuos se sometieron a un análisis mediante FRX para obtener la composición química.

X-ray Fluorescence (XRF)

The two types of waste were subjected to an analysis using XRF to obtain the chemical composition.

Tabla 1.Composición química de cenizas volantes y escorias de biomasa.
Table 1. Chemical composition of fly ash and biomass slag.

Concentración (%) / Concentration (%)		
Elemento químico / Chemical element	Cenizas volantes / Fly ash	Escorias de biomasa / Biomass slag
O	24,9111	32,9627
Na	0,5830	0,2840
Mg	0,9850	1,9400
Al	0,5560	2,3400
Si	2,4800	12,5200
P	1,0600	1,4600
S	4,0300	0,1640
Cl	5,9850	0,1650
K	29,5600	9,4920
Ca	19,6700	24,8800
Ti	0,1130	0,2220
Fe	1,3370	2,3120

Tratamientos / Treatments



Imagen 5. Tratamiento cenizas volantes con agua
Image 5. Fly ash treatment with water



Imagen 6. Tratamiento cenizas volantes con HCl
Image 6. Fly ash treatment with HCl

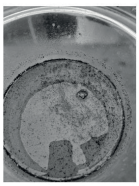


Imagen 7. Tratamiento cenizas volantes con NaOH
Image 7. Fly ash treatment with NaOH

Tabla 2.Composición química de cenizas volantes tras tratamientos.
Table 2. Chemical composition of fly ash after treatments.

Concentración (%) / Concentration (%)			
Elemento químico / Chemical element	Agua / Water	HCl	NaOH
O	28,9365	32,3782	26,1958
Na	0,2390	0,1980	1,9500
Mg	2,4020	2,0540	1,8440
Al	1,4600	1,5700	1,3700
Si	5,7490	6,9270	5,7130
P	2,2900	2,1500	1,8400
S	0,0888	5,7190	0,3190
Cl	0,0658	2,8190	0,5280
K	7,7430	6,3640	8,0900
Ca	33,9500	21,5800	27,9800
Ti	0,1810	0,1690	0,1570
Fe	2,1920	1,8790	1,8060

Conclusiones

- En el análisis termogravimétrico todas las curvas son decrecientes, pues los materiales se degradan, es decir, pierden masa conforme aumenta la temperatura.
- Las cenizas volantes estudiadas tienen como componentes principales el Ca, K y Cl, elementos que afectan a la resistencia y durabilidad, alcalinidad, y corrosión respectivamente. Y los de las escorias de biomasa son Ca, Si y K, siendo el Si un elemento que mejora la resistencia a la compresión.
- Todos los tratamientos producen un aumento de la concentración de Ca y Si presente en la muestra.
- Todos los tratamientos producen una disminución de K y Cl de forma significativa.

Conclusions

- In the thermogravimetric analysis, all the curves are decreasing, as the materials degrade, meaning they lose mass as the temperature increases.
- The studied fly ashes have Ca, K and Cl as their main components, elements that affect strength and durability, alkalinity, and corrosion, respectively. In the case of biomass slags, the main components are Ca, Si and K, with silicon being an element that enhances compressive strength.
- All treatments result in an increase in the concentration of Ca and Si present in the sample.
- All treatments lead to a significant decrease in K and Cl.

PATOLOGIAS EN REDES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE POLIETILENO. CRITERIOS DE DISEÑO

PATHOLOGIES IN POLYETHYLENE WATER SUPPLY NETWORKS. DESIGN PRINCIPLES

Antonio Manuel Romero Sedó
Profesor del Dpto. Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: aromeros@csa.upv.es
Professor in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València, E-mail: aromeros@csa.upv.es

Paloma Arrué Burillo
Profesor Colaborador en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: paarbu@csa.upv.es
Professor in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València, E-mail: paarbu@csa.upv.es

Jordi Françesc Romero i Miquel
Ingeniero Químico y Graduado en Ciencias Químicas por la Universitat de València, Campus de Burjassot-Paterna, 46100 Valencia, España. E-mail: romijor@postal.uv.es
Chemical Engineer and Graduated in Chemical Sciences from the University of Valencia. E-mail: romijor@postal.uv.es

Abstract

Due to the high number of leaks in the existing drinking water supply networks in an Execution Unit in a locality, the study is carried out to find out the causes causing the breaks in the polymeric drinking water supply pipes. This study addresses the problem from an interdisciplinary point of view. An analysis of the hydraulic behaviour of the network and research of compatibility of the type of water with the material is carried out. The different pathologies are studied by means of computational calculation by FEM in order to determine the limit states of rupture. And laboratory tests are carried out to know the physicochemical characteristics of the pipe and to know the resistance to internal pressure, as well as the morphology of the rupture by SEM. With the results of the study, the causes and corrective actions to be carried out are indicated in order to correct the failure in service.

Keywords

Supply network, fault diagnosis, polymer pipes.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

PATOLOGÍAS EN REDES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE POLIETILENO. CRITERIOS DE DISEÑO

PATHOLOGIES IN POLYETHYLENE WATER SUPPLY NETWORKS. DESIGN PRINCIPLES

A.M. Romero Sedó[1,2,3], P. Arrué Burillo[1,2,3], J.F. Romero i Miquel[4]
Dpto. Construcciones Arquitectónicas[1]; Universitat Politècnica de València[2]; ETS. Ingeniería de Edificación[3]; Universitat de València[4]

INTRODUCCIÓN

En multitud de municipios en las redes de abastecimiento de agua potable de baja presión se producen un elevado número de fugas con un grave perjuicio socioeconómico. Este artículo realiza el diagnóstico del fallo de los materiales en servicio de las tuberías de polietileno (PE) instaladas en una UE terminada en 2004, con 1 fuga cada 6.17 metros entre 2015 y 2018. El diagnóstico del fallo requiere un extenso conocimiento multidisciplinar y un protocolo adecuado para la toma de datos, así como establecer la metodología específica de cada disciplina en base a las patologías identificadas, la toma de decisiones y el planteamiento de las estrategias de actuación.

OBJETIVOS

El objetivo del estudio es establecer la metodología de diagnosis del fallo y e indicar las causas y las acciones correctoras a realizar con la finalidad de corregir el fallo en servicio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las patologías más frecuentes en las redes de abastecimiento de agua potable son debidas generalmente a varias causas, por ello se realiza un análisis del comportamiento hidráulico de la red y el estudio de la compatibilidad del tipo de agua con el material. Se estudian las distintas patologías mediante cálculo computacional por MEF con objeto de determinar los estados límites de rotura. Y se realizan los ensayos de laboratorio para conocer las características fisicoquímicas de la tubería y conocer la resistencia a presión interna, así como la morfología de la rotura por SEM. La red mallada está formada por tuberías de polietileno PE100, SDR 17 serie S, MRS de 10 MPa y DN-110, sin sistemas automáticos de regulación y el desnivel entre depósito y la UE es de 71 m.

Tabla 1. Toma de datos y análisis previo / Table 1. Data collection and prior analysis

ADMINISTRACIÓN PÚBLICA	EMPRESA CONSTRUCTORA	FABRICANTE DEL MATERIAL	EMPRESA ALMACENISTA
1 Proyecto de urbanización. Unidad Ejecución 2 Pliego de condiciones de contratación 3 Periodo de garantía de la obra 4 Libro de ordenes 5 Certificado final de obra 6 Informes técnicos municipales 7 Denuncias del servicio de la UE 8 Daños en la propiedad privada por fugas	1 Clasificación empresa constructora 2 Tipo y tiempo de acopio de los materiales 3 Tipo de transporte del material 4 Seguro de responsabilidad civil 5 Calificación profesional del encargado de obra	1 Fecha de fabricación del material 2 Certificado de fabricación del material 3 Normativa de fabricación	1 Fecha de recepción de los materiales 2 Tipo y tiempo de acopio de los materiales 3 Fecha de suministro del material

EMPRESA GESTORA AGUA POTABLE	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA	LABORATORIO HOMOLOGADO	NORMA UNE
1 Analíticas completas agua potable 2 Historial de fugas y ubicación en la UE 3 Historial de mantenimiento 4 Informe de regulación de la red 5 Maniobras en las redes de la UE y fecha 6 Ficheros digitalizados de las redes en la UE 7 Puntos de conexión y presión de la red mallada de la UE 8 Incidencias de transitorios 9 Claves de los usuarios del servicio en la UE 10 Alquiler de loggers, caudal y presión	1 Toma de muestras de las fugas de agua durante un periodo de 8 meses 2 Preparación de las muestras para su análisis 3 Análisis morfológico de las patologías mediante microscopico metalúrgico 4 Busqueda bibliográfica científica americana en ASM HANDBOOK 5 Indicación de los puntos donde deben instalarse los loggers de presión y caudal en la UE durante el periodo de tiempo estimado	1 Indice de fluidez 2 Alargamiento a la rotura 3 Retracción longitudinal 4 Tiempo de inducción a la oxidación 5 Dispersión de negro de carbono 6 Determinación de negro de carbono 7 Presión interna estática 8 Análisis morfológico por SEM	EN ISO 1133-1 ISO 6259 EN ISO 2505 EN ISO 11357-6 ISO 18553 53-375-3 EN ISO 12201-2

INTRODUCTION

In many municipalities in the low pressure drinking water supply networks there are a high number of leaks with serious socioeconomic damage. This article performs the diagnosis of the failure of the materials in service of the polyethylene (PE) pipes installed in an EU completed in 2004, with 1 leak every 6.17 meters between 2015 and 2018. The diagnosis of the failure requires extensive multidisciplinary knowledge and a adequate protocol for data collection, as well as establishing the specific methodology of each discipline based on the identified pathologies, decision-making and the approach to action strategies.

OBJECTIVES

The objective of the study is to establish the fault diagnosis methodology and indicate the causes and corrective actions to be carried out in order to correct the fault in service.

MATERIALS AND METHODS

The most frequent pathologies in drinking water supply networks are generally due to various causes, therefore an analysis of the hydraulic behaviour of the network and the study of the compatibility of the type of water with the material is carried out. The different pathologies are studied by means of computational calculation by MEF in order to determine the limit states of rupture. And laboratory tests are carried out to know the physicochemical characteristics of the pipe and to know the resistance to internal pressure, as well as the morphology of the rupture by SEM. The mesh network is made up of polyethylene pipes PE100, SDR 17 series S, MRS of 10 MPa and DN-110, without automatic regulation systems and the difference in level between the tank and the EU is 71 m.

RESULTADOS / RESULTS

Análisis hidráulico / Hydraulic analysis

Se instaló un data logger de 60 Hz de frecuencia, con recogida de datos durante 8 meses. Se detectaron 11 fugas registradas como descensos bruscos de presión en horas de mayor demanda, los jueves y los viernes, repitiéndose el mismo patrón semanal.
A 60 Hz frequency data logger was installed, with data collection for 8 months. Eleven leaks were detected as sudden drops in pressure during peak hours, on Thursdays and Fridays, repeating the same weekly pattern.

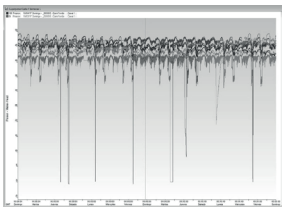


Figura 1. Fugas, presiones (mca) y Correlación Presión (mca) vs. Tiempo periodo mensual
Image 1. Leaks, pressures (mca) and Pressure Correlation (mca) vs. Monthly period time.

Compatibilidad del agua potable con el material instalado/ Compatibility of drinking water with installed material

Los valores elevados del índice de Langelier de 0.74 (2016) y 0.91 (2017), aconsejan no utilizar materiales poliméricos ya que pueden producirse depósitos de $CaCO_3$. Las tuberías analizadas presentan una pátina micrométrica de $CaCO_3$ atribuible a la elevada presión del agua y tiempos mínimos de permanencia del agua. El material proyectado no es el más aconsejable por la compatibilidad, no obstante, las patologías detectadas no son atribuibles a la compatibilidad con el agua.
The high values of the Langelier index of 0.74 (2016) and 0.91 (2017), advise not to use polymeric materials since $CaCO_3$ deposits may occur. The pipes analyzed present a micrometric patina of $CaCO_3$ attributable to the high pressure of the water and minimum residence times. The projected material is not the most advisable due to compatibility, however, the pathologies detected are not attributable to compatibility with water.

Patologías / Pathologies

La rotura del material es por fractura frágil MODO I con una superficie pulida con la aparición de líneas de Wallner, indicador de ciclos de fatiga, por variación de la presión. Los ensayos de alargamiento la rotura, tiempo de inducción y negro de carbono no cumplen las especificaciones confirmando la rotura tipo frágil.
Material breakage is due to MODE I brittle fracture with a polished surface with the appearance of Wallner lines, an indicator of fatigue cycles, due to pressure variation. The tests of elongation at break, induction time and carbon black do not meet the specifications confirming the brittle type break.

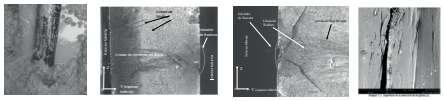


Figura 2. (a) Fuga de calle 2, en la tubería de PE 100, DN-110. (b) Lateral izquierdo (32 X). (c) Fractura frágil MODO I (plano ejes Z, X) con aparición de líneas Wallner. (d) Grieta / Image 2. (a) Sample 1. Water leak in lane 2, in the PE 100, DN-110 pipe. (b) Left side (32 X). (c) MODE I brittle fracture (Z, X axis plane) with appearance of Wallner lines. (d) Crack.

Modelización mediante cálculo computacional por MEF / Modeling by computational calculation by MEF

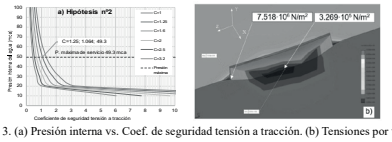


Figura 3. (a) Presión interna vs. Coef. de seguridad tensión a tracción. (b) Tensiones por von Mises / Image 3. Internal pressure vs. Coeff. tensile stress safety. (b) Stresses by von Mises

Para una presión máxima de 49.3 mca y un coeficiente de diseño C=1.25, el coeficiente de seguridad frente a la tensión por tracción es de 1.064, no alcanzando la rotura. No obstante, la aparición de iniciadores de fractura disminuye el coeficiente de seguridad. For a maximum pressure of 4.93 bar and a design coefficient C=1.25, the safety factor against tensile stress is 1.064, not reaching breakage. However, the appearance of fracture initiators decreases the safety factor.

Propuesta de diseño / Design proposal

Se reemplazan las tuberías de PE por FD PN 250 mca, debido a la calidad del agua, protección frente a la corrosión a largo plazo y características mecánicas excelentes. Y se instalan sistemas de control y regulación de presión y caudal, así como su monitorización mediante sistema Scada.
PE pipes are replaced by FD PN 250 mca, due to water quality, long-term corrosion protection and excellent mechanical characteristics. And pressure and flow control and regulation systems are installed, as well as their monitoring using the Scada system.

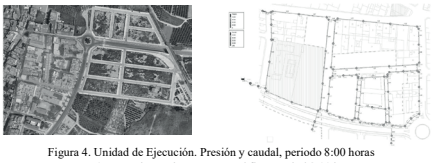


Figura 4. Unidad de Ejecución. Presión y caudal, periodo 8:00 horas
Image 4. Execution Unit. Pressure and flow, period 8:00 hours

El análisis del transitorio en la unión de la tubería de PE, válvula reductora de presión y tubería de fundición dúctil, indica un tiempo de maniobra superior a 2.1 s para evitar sobrepresiones excesivas o depresiones.
The analysis of the transient at the junction of the PE pipe, the pressure reducing valve and the ductile iron pipe, indicates a maneuvering time greater than 2.1 s to avoid excessive overpressures or depressions.

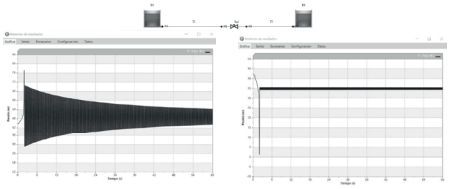


Figura 5. Transitorio en el nudo N2 (a) y N3 (b), para un tiempo de maniobra de 2,1 s.
Image 5. Transient at node N2 (a) and N3 (b), for a maneuvering time of 2.1 s.

CONCLUSIONES

- Las redes de polietileno de 605 m ha tenido 98 fugas entre 2015 y 2018, ello supone un aumento de accesorios instalados, incrementando la probabilidad de nuevas fugas por existencia de iniciadores de fractura cercanos a la fuga reparada, disminución del rendimiento hidráulico, etc., derivando en una mala calidad del servicio de agua potable.
- Las numerosas fugas son atribuibles al material en combinación con pérdida de elasticidad del material, falta de eficacia del antioxidante residual del material o envejecimiento por la intemperie y radiación ultravioleta que han provocado la rotura frágil.
- El estudio de la calidad del agua, hidráulico y de transitorios ha permitido proponer la sustitución de toda la red por tuberías de fundición DN-110 e instalar una válvula reguladora de presión con tiempo de maniobra mínimo de 2.1 s, con la finalidad de disminuir las presiones evitando fatiga en los materiales, pérdidas elevadas de agua por poros o fugas en las redes, aumentando el rendimiento en la red hidráulica, la vida útil de los materiales, aumento del ahorro económico, etc. Estos sistemas de regulación deben ubicarse en emplazamientos adecuados previo análisis por modelación matemática. En previsión a futuras ampliaciones la válvula de compuerta debe disponer de un tiempo de maniobra mínimo de 15 s.

CONCLUSIONS

- The 605 m polyethylene networks have had 98 leaks between 2015 and 2018, this implies an increase in installed accessories, increasing the probability of new leaks due to the existence of fracture initiators near the repaired leak, decreased hydraulic performance, etc. resulting in a poor quality of drinking water service.
- The numerous leaks are attributable to the material in combination with loss of elasticity of the material, lack of effectiveness of the residual antioxidant of the material or aging due to weathering and ultraviolet radiation that have caused brittle breakage.
- The study of water, hydraulic and transient quality has made it possible to propose the replacement of the entire network with DN-110 cast iron pipes and to install a pressure regulating valve with a minimum operating time of 2.1 s, in order to reduce the pressures avoiding fatigue in the materials, high water losses through pores or leaks in the networks, increasing the performance in the hydraulic network, the useful life of the materials, increasing economic savings, etc. These regulation systems must be located in suitable locations after analysis by mathematical modeling. In anticipation of future extensions, the gate valve must have a minimum operating time of 15 s.

VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DE CORROSIÓN TRAS LA APLICACIÓN DE CARGAS CÍCLICAS EN HORMIGÓN ARMADO

VARIATION IN CORROSION RATE AFTER THE APPLICATION OF CYCLIC LOADS IN REINFORCED CONCRETE

Pablo Monzón Bello
Investigador en el Dpto. Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Profesor de Universidad, Arquitecto técnico, Doctor por la UPV. E-mail: pabmonb1@csa.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València; Building Engineer, Building Engineer, PhD by the UPV. E-mail: UPV. E-mail: pabmonb1@csa.upv.es

Ana Martínez Ibernón
Investigadora en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Profesor Contratado Doctor, Arquitecto técnico, Doctora por la UPV. E-mail: anmarib@edificacion.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València, Assistant Professor,Building Engineer, PhD by the UPV. E-mail: anmarib@edificacion.upv.es

Josep Ramon Lliso Ferrando
Investigador en el Dpto. Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Profesor Titular de Universidad, Doctor por la UPV. E-mail: jollife2@alumni.upv.es
Researcher in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València, Senior Lecturer, PhD by the UPV. E-mail: jollife2@alumni.upv.es

Roberto Vengut Tro
Investigador en el Instituto de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM); Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: roventr@etsid.upv.es
Researcher in the Interuniversity Research Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM); Universitat Politècnica de València. E-mail: roventr@etsid.upv.es

Abstract

The mechanical stresses that affect a reinforced concrete structure throughout its useful life can influence the corrosion kinetics of the steel reinforcement, as well as the corrosion inhibitory capacity of the monolayers that may have been incorporated into the structure bar-concrete system in its manufacturing. It is interesting to know the evolution over time of the inhibitory capacity of the monolayers after the action of mechanical tests that can modify them superficially, since this will have an influence on the durability of the structural material. The objective of this research is twofold, on the one hand, to obtain data on the corrosion behavior of steel reinforcements that are subjected to pull-out tests (1.000 load-discharge cycles), and to carry out the same study, when bars are incorporated in which a corrosion-inhibiting monolayer has previously been generated using an organic compound (amino acid) and a natural fixation procedure (without any external modification of the chemical adhesion process that causes the attraction of opposite charges).

Keywords
Pull-out test, reinforced concrete, corrosion inhibitors, corrosion rate.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DE CORROSIÓN TRAS LA APLICACIÓN DE CARGAS CÍCLICAS EN HORMIGÓN ARMADO

VARIATION IN CORROSION RATE AFTER THE APPLICATION OF CYCLIC LOADS IN REINFORCED CONCRETE

P. Monzón-Bello[1,3,4] A. Martínez-Ibernón[1,3,4] J.R. Lliso-Ferrando[1,3,4] R. Vengut-Tro[2,3]

Dpto. Construcciones Arquitectónicas[1]; Inst. Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM)[2]; Universitat Politècnica de València[3]; ETS. Ingeniería de Edificación[4]

INTRODUCCIÓN

Las solicitaciones mecánicas que afectan a una estructura de hormigón armado a lo largo de su vida útil pueden influir en la cinética de corrosión de las armaduras de acero, así como a la capacidad inhibidora frente a la corrosión de las monocapas que se puedan haber incorporado al sistema barra-hormigón en su fabricación. Resulta interesante conocer la evolución en el tiempo de la capacidad inhibidora de las monocapas tras la acción de ensayos mecánicos que puedan modificarlas superficialmente, ya que ello tendrá influencia en la durabilidad del material estructural.

INTRODUCTION

The mechanical stresses that affect a reinforced concrete structure throughout its useful life can influence the corrosion kinetics of the steel reinforcement, as well as the corrosion inhibitory capacity of the monolayers that may have been incorporated into the structure bar-concrete system in its manufacturing. It is interesting to know the evolution over time of the inhibitory capacity of the monolayers after the action of mechanical tests that can modify them superficially, since this will have an influence on the durability of the structural material.



Imagen 1. Daños por corrosión
Image 1. Corrosion damage

OBJETIVO

Por un lado, obtener datos sobre el comportamiento frente a la corrosión de las armaduras de acero que se ven sometidas a ensayos de pull-out (1.000 ciclos de carga-descarga), y por otro, realizar el mismo estudio cuando se incorporan barras en las que previamente se ha generado una monocapa inhibidora de la corrosión mediante un compuesto orgánico (aminoácido) y un procedimiento de fijación natural (sin ninguna modificación externa del proceso de adhesión química que provoca la atracción de cargas opuestas).

OBJETIVES

On the one hand, obtain data on the corrosion behavior of steel reinforcements that are subjected to pull-out tests (1,000 load-unload cycles), and on the other, carry out the same study when bars are incorporated into which has previously been generated a corrosion-inhibiting monolayer using an organic compound (amino acid) and a natural fixation procedure (without any external modification of the chemical adhesion process that causes the attraction of opposite charges).

PLAN EXPERIMENTAL / EXPERIMENTAL PLAN

Materiales

Las probetas se realizaron a partir de moldes cúbicos 200x200 mm con una barra de acero corrugado B500SD de diámetro 16 mm situada en el centro (imagen 2), y cuya longitud en contacto con el hormigón 80 mm (5Ø). Previamente, se sometió a las barras a un decapado químico (disolución de ácido fosfórico 1M durante 10'). Para la generación de las monocapas inhibidoras, se introdujeron en una disolución con el inhibidor (ácido 4-aminobenzoico) durante 120', sin alteraciones externas (imagen 3).

Materials

The specimens were made from 200x200 mm cubic molds with a B500SD corrugated steel bar with a diameter of 16 mm located in the center (image 2), and whose length in contact with the concrete was 80 mm (5Ø). Previously, the bars were subjected to chemical pickling (1M phosphoric acid solution for 10'). To generate the inhibitory monolayers, they were introduced into a solution with the inhibitor (4-aminobenzoic acid) for 120', without external alterations (image 3).

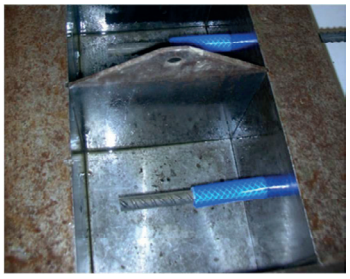


Imagen 2. Barras en moldes.
Image 2. Bars in molds.

Ensayos realizados

A partir de los 28 días, se realizaron los ensayos de pull-out, estableciendo los límites inferior y superior de carga en 20 y 40 kN, y 1.000 ciclos de carga-descarga (frecuencia 0,01 Hz y un tiempo por ciclo de 100 segundos (imagen 5)). Tras los ciclos, las probetas se dispusieron en un recipiente con la disolución de NaCl 0,5M durante 150 días, lo que permitió obtener periódicamente la variación del potencial ($\mathbf{E_{corr}}$) y velocidad de corrosión ($\mathbf{V_{corr}}$). Los ensayos se realizaron dentro de una jaula de Faraday, con conexión a tierra, evitando interferencias y ruido electromagnético. Los componentes del estudio electroquímico fueron un potenciostato Autolab PGSTAT 100 (EcoChemie, NL), cada una de las probetas, un electrodo de referencia de calomelanos (SCE) y una malla de acero inoxidable como contraelectrodo. Una vez alcanzado un valor estable de E_{corr} (variación del potencial menor a 0,1μV/s), se aplicó la técnica LPR (resistencia de polarización lineal), con un rango de potencial total de 20 mV (10 mV arriba y debajo de E_{corr}, y una velocidad de barrido de 0,16 mV/s).

Tests carried out

After 28 days, pull-out tests were carried out, establishing the lower and upper load limits at 20 and 40 kN, and 1,000 load-unload cycles (frequency 0.01 Hz and a time per cycle of 100 seconds (image 5)). After the cycles, the specimens were placed in a container with the 0.5M NaCl solution for 150 days, which allowed the variation of the potential (E_{corr}) and corrosion rate (V_{corr}) to be periodically obtained. The tests were carried out inside a Faraday cage, with ground connection, avoiding interference and electromagnetic noise. The components of the electrochemical study were an Autolab PGSTAT 100 potentiostat (EcoChemie, NL), each of the specimens, a calomel reference electrode (SCE) and a stainless steel mesh as a counter electrode. Once a stable value of E_{corr} was reached (potential variation less than 0.1μV/s), the LPR (linear polarization resistance) technique was applied, with a total potential range of 20 mV (10 mV above and below E_{corr}, and a scan speed of 0.16 mV/s).



Imagen 3. Formación de las monocapas.
Image 3. Formation of monolayers

RESULTADOS / RESULTS

Ensayo de potencial de corrosión (E_{corr}) / Corrosion potential test (E_{corr})

ST: sin tratamiento / N: monocapa / 1000C: ciclos / SC: sin ciclos

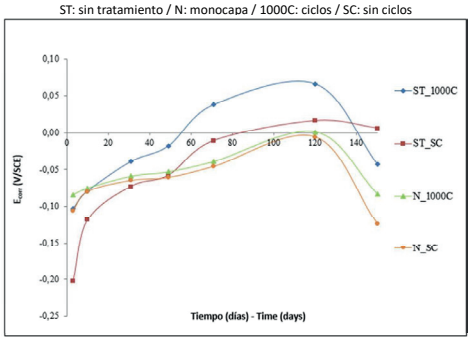


Imagen 5. Evolución del potencial de corrosión durante 150 días.
Image 5. Evolution of corrosion potential over 150 days.

Ensayo de velocidad de corrosión (V_{corr}) / Corrosion rate test (V_{corr})

ST: no treatment / N: monolayer / 1000C: cycles / SC: no cycles

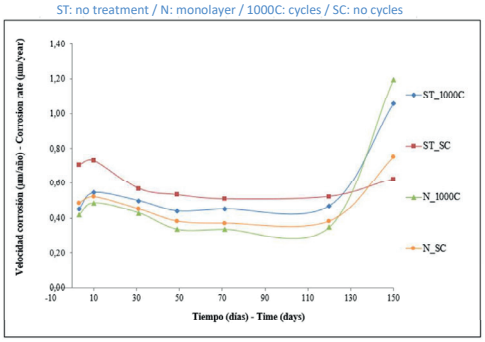


Imagen 6. Variación de la velocidad de corrosión durante 150 días.
.Image 6. Variation of corrosion rate over 150 days.

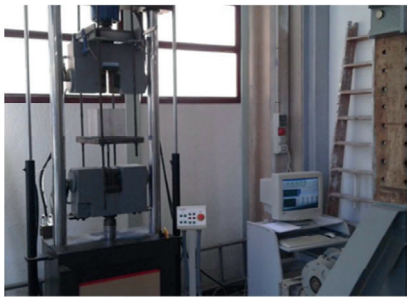


Imagen 4. Ensayo de pull-out.
Image 4. Pull-out test.

Conclusiones

- La aplicación de ciclos de carga-descarga afecta a la superficie tanto de las barras de acero sin tratar como las que incorporan las monocapas inhibidoras, aumentando el potencial de corosión, a valores más electronegativos, y la velocidad de corrosión, con incrementos cercanos al 60%.
- También se ha podido comprobar que los ciclos afectan más a las superficies que incorporan monocapas, produciendo un incremento moderado de la velocidad de corrosión respecto a las barras de acero sin tratamiento. Este comportamiento se puede vincular a la generación de micro pilas galvánicas que acelerarían la transferencia electrónica entre zonas catódicas y anódicas.

Conclusions

- The application of charge-discharge cycles affects the surface of both the untreated steel bars and those incorporating the inhibitory monolayers, increasing the corrosion potential, to more electronegative values, and the corrosion rate, with increases close to the 60%.
- It has also been found that the cycles affect surfaces that incorporate monolayers more, producing a moderate increase in the corrosion rate compared to untreated steel bars. This behavior can be linked to the generation of galvanic microcells that would accelerate the electronic transfer between cathodic and anodic zones.

ESTUDIO DE LA CORROSIÓN EN REDES DE TIERRA DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA CON UNIÓN POR CONTACTO.

STUDY OF CORROSION IN ELECTRICAL PROTECTION EARTH NETWORKS WITH CONTACT CONNECTION.

Javier Cárcel Carrasco
Catedrático de Universidad. Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universitat Politècnica de València. España. Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fracarc1@csa.upv.es
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València. España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fracarc1@csa.upv.es

Juan Manuel Sánchez Rodríguez
Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universidad Politécnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. University Institute of Materials Technology . juasanro@gmail.com

Fabiola Colmenero Fonseca
Investigadora en el Dpto. Arquitectura diseño y comunicación; Universidad La Salle México, fabiola.colmenero@lasalle.mx. Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universidad Politécnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. University Institute of Materials Technology fcolfon@upvnet.upv.es

María del Carmen Ixtepan Turrent
Doctorante de proyectos: universidad Americana de Europa
PhD. Student of Projects. American University of Europe; mcixtepanturrent@hotmail.com

Abstract

In this study, the advance of corrosion in various situations of the electrical protection earth networks used in buildings is analyzed. To carry out this study, a laboratory study will be carried out to find out the level of affection and the variation in the operation of the protection nets when they are affected by corrosion. Specimens and a wiring system have been prepared to see the reaction. To understand the pathologies that we are going to study, it is very important to bear in mind that the greatest threat of these specimens will be corrosion, as they are composed mostly of metallic elements, which is a phenomenon that can be seen in the tests carried out.

Abstract: Electrical Grounding, Electrical, Corrosion, Safety

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

ESTUDIO DE LA CORROSIÓN EN REDES DE TIERRA DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA CON UNIÓN POR CONTACTO

STUDY OF CORROSION IN ELECTRICAL PROTECTION EARTH NETWORKS WITH CONTACT CONNECTION

Javier Cárcel-Carrasco[1], Juan Manuel Sánchez-Rodríguez[1] , Fabiola Colmenero Fonseca[1,3] , María del Carmen Ixtepan [2]
Universitat Politècnica de València. Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España [1] . American University of Europe [2] , Universidad Lasalle México [3].

INTRODUCCIÓN

En este estudio, se analiza el avance de corrosión ante diversas situaciones de las redes de tierras de protección eléctrica utilizadas en edificación..

Para llevar a cabo este estudio, se procederá a hacer un estudio de laboratorio para conocer el nivel de afección y la variación en el funcionamiento de las redes de protección cuando son afectadas por la corrosión. Se han preparado unas probetas y un sistema de cableado para ver la reacción (figura 1, a, b).

Para entender las patologías que vamos a estudiar, es muy importante tener en cuenta que la mayor amenaza de estas probetas, será la corrosión, al estar compuesto mayormente por elementos metálicos, que es un fenómeno que se puede apreciar en la figura 1.

INTRODUCTION

In this study, the advance of corrosion in various situations of the electrical protection earth networks used in buildings is analyzed.

To carry out this study, a laboratory study will be carried out to find out the level of affection and the variation in the operation of the protection nets when they are affected by corrosion. Specimens and a wiring system have been prepared to see the reaction (Figure 1, a, b).

To understand the pathologies that we are going to study, it is very important to keep in mind that the biggest threat of these test pieces, will be corrosion, because they are composed mostly of metallic elements, which is a phenomenon that can be seen in Figure 2.

Estudio a desarrollar

El estudio que se va a llevar a cabo pretende simular en un periodo de tiempo reducido las reacciones electroquímicas a las que pueden ser sometidas las tomas de tierra en edificación. De esta forma se conocerá hasta qué punto es peligrosa la corrosión en los sistemas eléctricos de protección afectando a la resistividad de los mismos.

Con este objetivo se van a realizar probetas simulando conexiones de toma de tierra las cuales serán embebidas en probetas de hormigón normalizadas. Las probetas serán introducidas en ambientes generados con diferentes agentes agresivos y sometidas a ciclos de humectación-secado.

Elaboración de testigos/ probetas

Se van a generar 3 tipologías diferentes de toma de tierra mediante la combinación de uno o dos materiales. Las tipologías son: Barra de acero galvanizada (Pica) + Cable Cu; Barra de acero (armadura) + Cable Cu; Cable Cu + Cable Cu

Además de ésta, también se va a realizar una distinción entre probetas en función del tipo de unión que se utilice entre los dos materiales. Se distinguirá entre: Uniones mediante soldadura; Uniones mediante bridas

Por último, se realizará una distinción entre probetas de hormigón, en función del ambiente al que estén expuestos: Ambiente No agresivo; Ambiente con cloruros; Ambiente con sulfatos.

Interpretación de los datos. Resultados.

Una vez finalizados todos los ensayos, se recopilan los datos y se interpretan.

Evolución de la corrosión

En este apartado se van a analizar en profundidad algunos testigos representativos de cada tipología de ensamblaje, material y ambiente al que está sometido. Para ello, se hará un análisis de el potencial y de la intensidad de corrosión que presenta cada ensamblaje.

- Ambiente no agresivo

· Testigos embridados

Analizando las mediciones presentes en la gráfica 1 se puede observar como el potencial de corrosión (OCP) tiende a descender. Todos los testigos se comportan igual en este ambiente con independencia de sus materiales.

En la gráfica 2 se pueden observar las mediciones realizadas sobre la intensidad de corrosión (Icorr), que indica la velocidad de corrosión en los testigos, y donde se aprecia que la intensidad de corrosión es directamente proporcional con el OCP.

· Testigos soldados

Las mediciones de OCP mostradas en la gráfica 3 arrojan valores que varían entre -0.27 V y -0.1V, lo que indica una corrosión despreciable. Los tres testigos se comportan de manera similar con independencia de sus materiales componentes.

En la gráfica 4 se puede observar como los valores se reducen prácticamente en el momento de ser introducidos en ambiente. El descenso se produce desde un valor de 0.7 µA/cm2 (moderada) hasta un valor de 0.1 µA/cm2 (despreciable).



Gráficas 1 y 2. Comparativas potencial y de intensidad de corrosión. Graphics 1 & 2. Comparison of corrosion intensity & potential

- Ambiente con sulfatos

· Testigos embridados

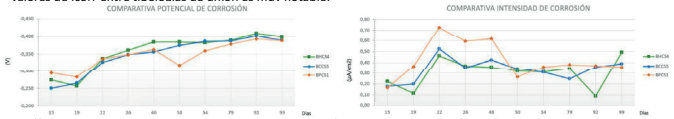
Las mediciones de OCP de la gráfica 5 arrojan valores que varían entre -0.25 V y -0.4V. Los valores por encima de -0.35V comienzan a indicar una ligera presencia de corrosión en los testigos. Este valor es reducido para causar daños a los testigos.

En la gráfica 6 se registran unos valores que varían entre 0.1 µA/cm2 (corrosión despreciable) y 0.7 µA/cm2 (corrosión moderada).

· Testigos soldados

Las mediciones de OCP (Gráfica 7) arrojan valores que varían entre -0.14 V y -0.35V.

En la gráfica 8, los valores registrados varían entre 0.02 µA/cm2 (despreciable) y 0.4 µA/cm2 (baja). La diferencia en los valores de Icorr entre tipologías de unión es muy notable.



Gráficas 5 y 6. Comparativas potencial y de intensidad de corrosión. Graphics 5 & 6. Comparison of corrosion intensity & potential

- Ambiente con cloratos

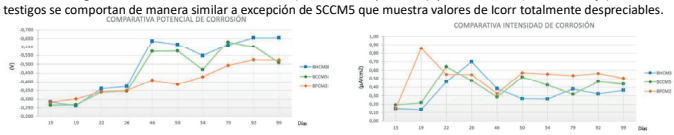
· Testigos embridados

Las mediciones de OCP de la gráfica 9 arrojan valores que varían entre -0.25 V y -0.65V. Los valores registrados comienzan a indicar una fuerte presencia de corrosión generalizada en todos los testigos.

En la gráfica 10, los valores registrados varían entre 0.1 µA/cm2 (despreciable) y 0.85 µA/cm2 (moderada). · Testigos soldados

Las mediciones de OCP de la gráfica 11 arrojan valores que varían entre -0.1 V y -0.32V. Los valores son comparables a los obtenidos en los testigos soldados sometidos a ambientes con sulfatos y ligeramente superiores a un ambiente no agresivo.

Los valores registrados varían entre 0.01 µA/cm2 (corrosión despreciable) y 0.4 µA/cm2 (corrosión baja). De nuevo los testigos se comportan de manera similar a excepción de SCCM5 que muestra valores de Icorr totalmente despreciables.



Gráficas 9 y 10. Comparativas potencial y de intensidad de corrosión. Graphics 5 & 6. Comparison of corrosion intensity & potential

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos mediante ensayos electroquímicos han demostrado experimentalmente qué ambientes son más agresivos hacia las tomas de tierra. En líneas generales, se han obtenido las siguientes conclusiones en cada ambiente:

1º - Se observa que la corrosión en ambientes no agresivos es cero. La introducción de las muestras en agua no ha producido ninguna alteración electroquímica en las muestras.

2º - Las muestras en ambiente con sulfatos han sufrido un pequeño ascenso en los valores de potencial de corrosión. Aún así, este efecto es limitado.

3º - Las muestras introducidas en ambientes con cloruros experimentan la reacción más extrema respecto a la corrosión.

El conocimiento del comportamiento, de la ejecución y del mantenimiento es parte fundamental del saber en los técnicos del ámbito de la construcción.

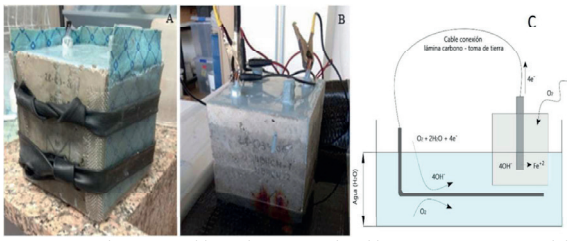


Fig. 1. Preparación de las probetas(A), conexión del cableado eléctrico(B) y circuito para ensayo de aceleración (C)
Fig. 1. Preparation of specimens (A), connection of electrical wiring(B) and circuit for acceleration test (C)

Research to develop

The study to be carried out intends to simulate, in a reduced period of time, the electrochemical reactions to which the earth connections in buildings can be subjected. In this way it will be known how dangerous is corrosion in the electrical systems of protection affecting their resistivity.

For this purpose, test pieces will be made simulating ground connections which will be embedded in standardized concrete test pieces. The test pieces will be introduced in environments generated with different aggressive agents and subjected to humidification-drying cycles.

Preparation of test pieces

3 different types of grounding will be generated by combining one or two materials. The typologies are: Galvanized steel bar (Pica) + Cable Cu; Steel bar (armor) + Cable Cu; Cu cable + Cu cable

In addition to this, a distinction will also be made between test pieces depending on the type of joint used between the two materials. It will distinguish between: Joints by welding; Flange joints

Finally, a distinction will be made between concrete test pieces, depending on the environment to which they are exposed: Non-aggressive environment; Chloride environment; Sulfate environment.

Interpretation of data. Results

Once all the tests have been completed, the data is collected and interpreted.

Corrosion evolution

In this section, some representative test pieces of each type of assembly, material and environment to which it is subjected will be analyzed in depth. For this, an analysis of the potential and intensity of corrosion that each assembly presents will be made.

- Non aggressive environment

· Flanged test pieces

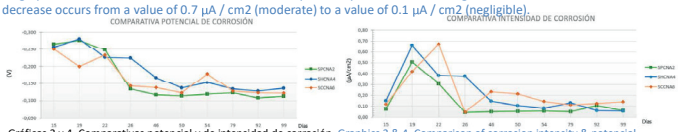
Analyzing the measurements present in graph 1, we can observe how the corrosion potential (OCP) tends to decrease. All test pieces behave the same in this environment regardless of their materials.

Graph 2 shows the measurements made on the corrosion intensity (Icorr), which indicates the corrosion rate in the controls, and where it can be seen that the corrosion intensity is directly proportional to the OCP.

· Welded test pieces

The OCP measurements shown in graph 3 show values that vary between -0.27 V and -0.1V, indicating negligible corrosion. All three test pieces behave similarly regardless of their component materials.• Non aggressive environment

In graph 4 it can be seen how the values are reduced practically at the time of being introduced into the environment. The decrease occurs from a value of 0.7 µA / cm2 (moderate) to a value of 0.1 µA / cm2 (negligible).



Gráficas 3 y 4. Comparativas potencial y de intensidad de corrosión. Graphics 3 & 4. Comparison of corrosion intensity & potential

· Sulfate environment

· Flanged test pieces

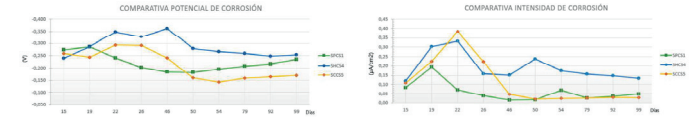
The OCP measurements in graph 5 show values that vary between -0.25 V and -0.4V. Values above -0.35V begin to indicate a slight presence of corrosion in the controls. This value is reduced to cause damage to test piece.

Graph 6 shows values that vary between 0.1 µA / cm2 (negligible corrosion) and 0.7 µA / cm2 (moderate corrosion).

· Welded test pieces

The OCP measurements (Graph 7) show values that vary between -0.14 V and -0.35V.

In graph 8, the recorded values vary between 0.02 µA / cm2 (negligible) and 0.4 µA / cm2 (low). The difference in Icorr values between types of union is very notable.



Gráficas 7 y 8. Comparativas potencial y de intensidad de corrosión. Graphics 7 & 8. Comparison of corrosion intensity & potential

· Chloride environment

· Flanged test pieces

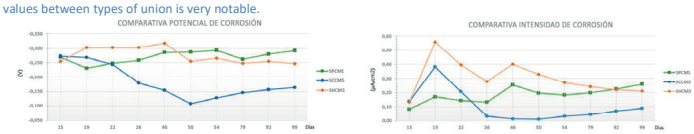
The OCP measurements in graph 5 show values that vary between -0.25 V and -0.4V. Values above -0.35V begin to indicate a slight presence of corrosion in the controls. This value is reduced to cause damage to test piece.

Graph 6 shows values that vary between 0.1 µA / cm2 (negligible corrosion) and 0.7 µA / cm2 (moderate corrosion).

· Welded test pieces

The OCP measurements (Graph 7) show values that vary between -0.14 V and -0.35V.

In graph 8, the recorded values vary between 0.02 µA / cm2 (negligible) and 0.4 µA / cm2 (low). The difference in Icorr values between types of union is very notable.



Gráficas 11 y 12. Comparativas potencial y de intensidad de corrosión. Graphics 7 & 8. Comparison of corrosion intensity & potential

CONCLUSIONS

The results obtained by electrochemical tests have experimentally demonstrated which environments are more aggressive towards the earthing. In general, the following conclusions have been obtained regarding each environment:

1st - It is observed that corrosion in non-aggressive environments is zero. The introduction of the samples in water has not produced any electrochemical alteration in the samples.

2nd - Samples in sulfate environments have suffered a small rise in corrosion potential values. Even so, this effect is limited.

3rd - Samples introduced in environments with chlorides undergo the most extreme reaction to corrosion. The knowledge of behavior, execution and maintenance is a fundamental part of the knowledge of technicians in the field of construction.

MODELADO Y ESTUDIO TÉRMICO EN TRNSYS DE UNA PARED VERDE EN UN EDIFICIO GUBERNAMENTAL DEL MUNICIPIO DE VERACRUZ

MODELING AND THERMAL STUDY IN TRNSYS OF A GREEN WALL IN A GOVERNMENTAL BUILDING IN THE MUNICIPALITY OF VERACRUZ

Vanessa Ortiz-Garcia
Estudiante de la Maestría en Eficiencia Energética y Energías Renovables; Tecnológico Nacional de México I.T.Veracruz, Av. Miguel ángel de Quevedo 2779, Formando Hogar, 91897 Veracruz, Ver, E-mail: m24023020@veracruz.tecnm.mx

Cinthya-Alejandra Sosa-Villalobos
Investigador en la Maestría en Eficiencia Energética y Energías Renovables; Tecnológico Nacional de México I.T.Veracruz, Av. Miguel ángel de Quevedo 2779, Formando Hogar, 91897 Veracruz, Ver, E-mail:cinthya.sv@veracruz.tecnm.mx

Genoveva Domínguez-Sánchez
Investigador en la Maestría en Eficiencia Energética y Energías Renovables; Tecnológico Nacional de México I.T.Veracruz, Av. Miguel ángel de Quevedo 2779, Formando Hogar, 91897 Veracruz, Ver, E-mail:cinthya.sv@veracruz.tecnm.mx

Araceli Rodriguez-Andrade
*Investigador en la Maestría en Eficiencia Energética y Energías Renovables; Tecnológico Nacional de México I.T.Veracruz, Av. Miguel ángel de Quevedo 2779, Formando Hogar, 91897 Veracruz, Ver, E-mail:*araceli.ra@veracruz.tecm.mx

Elisa Peñalvo-López
Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universitat Politècnica de València, 46022 Valencia, Spain; E-mail: elpealpe@upvnet.upv.es

Iván Valencia Salazar
Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universitat Politècnica de València, 46022 Valencia, Spain; E-mail: ivalencias@die.upv.es

Abstract

The objective of this paper is to conduct a thermal study on the impact of a green wall installed in a government building, as part of the DivAirCity Project, promoted by the European Union. The analysis focuses on evaluating the reduction of heat transfer through the wall, the mitigation of heat inside the building and the decrease of energy consumption of air conditioning systems, thus contributing to the reduction of CO_2 emissions. The results obtained through simulation in TRNSYS software show that the heat transfer before the installation of the green wall was 352 kWh. After integration of the green wall, this figure decreased significantly to 139 kWh, representing a thermal savings of 213 kWh. This saving is equivalent to 71 kWh electrical, which translates into a reduction of 31 kg of CO_2 emitted into the atmosphere. These findings highlight the benefits of green walls not only in terms of energy efficiency, but also in their contribution to environmental sustainability and climate change mitigation. Green walls improve psychological well-being by creating pleasant spaces that reduce stress and improve mood. They contribute to physical and mental health by improving air quality and reducing extreme heat. They also encourage environmental education, promoting ecological awareness, and strengthen social cohesion by involving the community in their care, promoting interaction and a sense of belonging.

Keywords
Green Wall, Sustainability, TRNSYS, SketchUp, Simulation, DivAirCity Project.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

Modelado y Estudio Térmico en TRNSYS de una Pared Verde en un Edificio Gubernamental del Municipio de Veracruz

Modeling and Thermal Study in TRNSYS of a Green Wall in a Governmental Building in the Municipality of Veracruz

V. Ortiz-Garcia, C.A. Sosa-Villalobos, G. Domínguez-Sánchez, A. Rodriguez-Andrade, E. Peñalvo-López, I. Valencia-Salazar
Maestría en Eficiencia Energética y Energías Renovables, Departamento de Ingeniería Eléctrica

INTRODUCCIÓN

Las soluciones basadas en la naturaleza, como las paredes verdes, son efectivas para enfrentar desafíos climáticos como el estrés térmico, las islas de calor y la contaminación. Las paredes verdes no solo reducen la transferencia de calor, sino que actúan como barreras acústicas, mejoran la calidad del aire al absorber CO2 y liberar oxígeno, y contrarrestan el efecto de isla de calor urbano. Además, aportan valor estético y bienestar psicológico, transformando los espacios urbanos en entornos agradables. La simulación térmica, utilizando el software TRNSYS, es clave para evaluar el rendimiento de las paredes verdes y su impacto en el confort térmico y la eficiencia energética, comparando las condiciones térmicas antes y después de su instalación (Nocera et al., 2024).

METODOLOGÍA

Se seleccionó un Sitio Gubernamental (SG) con el objetivo de promover la participación social en la implementación y mantenimiento de una Pared Verde. Como SG, se eligió un salón de clases con una población de siete personas. Se elaboró el Plano Arquitectónico utilizando AutoCAD, además de utilizar el software SketchUp para desarrollar el diseño de la Pared Verde.

Estructura de la Pared Verde

Se seleccionó la estructura de bambú como material base debido a sus propiedad sostenibles y estructurales, pero dado que existen diferentes especies de bambú. En base a los datos analizados, se seleccionó el Bambú Guadua como la mejor opción para la estructura de la pared verde.

Cálculo de Cargas en Flexión para la Estructura de Bambú Guadua

El Bambú Guadua como una viga empotrada con un diámetro(d) de 100mm, con una longitud(L) de 1000mm, su esfuerzo de flexión(σ) es de 50 N/mm2 y se ve afectada por una carga uniformemente distribuida (ω). Para calcular la carga puntual que puede soportar el bambú, se utilizan ecuaciones de momento de inercia circular, momento flector y carga total (Beer y col., 2009). Se estableció un factor de seguridad (FS) de 3.0 para garantizar un almacenamiento seguro de la capacidad de carga (Madhushan y col., 2023)

Selección de Plantas de la Pared Verde

Las plantas ornamentales son empleadas en muros verdes, principalmente por su diversidad de colores, texturas y formas. Sin embargo, su elección no debe basarse únicamente en la apariencia; es fundamental considerar otros criterios que aseguren su viabilidad y desarrollo a largo plazo. (Nod, 2024) . Para ello, se consideraron cuatro criterios de selección:

Methodology

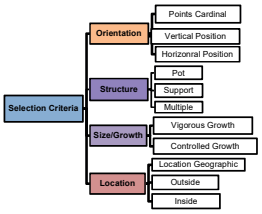
A Government Site (GS) was selected with the objective of promoting social participation in the implementation and maintenance of a Green Wall. As SG, a classroom with a population of seven people was chosen. The Architectural Plan was developed using AutoCAD, in addition to using SketchUp software to develop the design of the Green Wall.

Green Wall Structure

The bamboo structure was selected as the base material due to its sustainable and structural properties, but given that there are different bamboo species. Based on the data analyzed, Guadua bamboo was selected as the best option for the green wall

Calculation of Bending Loads for Guadua Bamboo Structure

Guadua bamboo as an embedded beam with a diameter(d) of 100mm, with a length(L) of 1000mm, its bending stress(σ) is 50 N/mm2 and is affected by a uniformly distributed load (ω). To calculate the point load that the bamboo can withstand, circular moment of inertia, bending moment and total load equations are used (Beer et al., 2009). A factor of safety (FS) of 3.0 was established to ensure safe storage of the load carrying capacity (Madhushan et al., 2023).



Green Wall Plant Selection

Ornamental plants are used in green walls, mainly for their diversity of colors, textures and shapes. However, their choice should not be based solely on appearance; it is essential to consider other criteria that ensure their long-term viability and development (Nod, 2024). For this purpose, four selection criteria were considered:

Proceso de Modelado Digital del Edificio y Pared verde en el Software SketchUp

El programa SketchUp se utilizó para modelar un edificio y la pared verde a escala, se añadieron texturas y materiales, y detalles interiores como muebles y un aire acondicionado desde 3D Warehouse.

Digital Modeling Process of the Building and Green Wall in SketchUp Software

SketchUp was used to model a building and the green wall to scale, textures and materials were added, and interior details such as furniture and an air conditioner were added from 3D Warehouse.



Imagen 1. Modelado Digital del Edificio y la Pared Verde. Image 3. Digital Modeling of the Building and Green Wall.

Conclusión

Los resultados de la simulación en TRNSYS muestran que la transferencia de calor antes de la instalación de la pared verde es de 352 kWh. Tras integrar la pared verde, esta se reduce a poco más de la mitad, alcanzando 139 kWh. Esto representa un ahorro térmico de 213 kWh, equivalente a 71 kWh eléctricos y a una reducción de 31 kg de CO_2 emitidos a la atmósfera.

Conclusion

The simulation results in TRNSYS show that the heat transfer before the installation of the green wall is 352 kWh. After integrating the green wall, this is reduced to just over half, reaching 139 kWh. This represents a thermal saving of 213 kWh, equivalent to 71 kWh electrical and a reduction of 31 kg of CO_2 emitted into the atmosphere.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado dentro del marco del proyecto de investigación "The power of diversity and social inclusión as a mean for reducing air pollution and achieving green urban nexus in climate neutral cities' — 'DivAirCity" (Referencia: 101003799) del Programa Marco H2020 de la Unión Europea.

INTRODUCTION

Nature-based solutions, such as green walls, are effective in addressing climate challenges such as heat stress, heat islands, and pollution. Green walls not only reduce heat transfer, but also act as acoustic barriers, improve air quality by absorbing CO2 and releasing oxygen, and counteract the urban heat island effect. In addition, they add aesthetic value and psychological well-being, transforming urban spaces into pleasant environments. Thermal simulation, using TRNSYS software, is key to evaluate the performance of green walls and their impact on thermal comfort and energy efficiency, comparing thermal conditions before and after their installation (Nocera et al., 2024).

Resultados

Para realizar la simulación en TRNSY, es fundamental disponer de las dimensiones del SG, así como de la descripción térmica de los materiales utilizados en su construcción

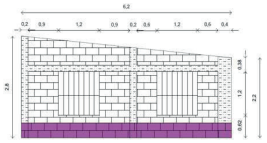


Imagen 2. Dibujo Arquitectónico.
Image 5. Architectural Drawing.

Estructura de la Pared Verde

Los resultados del cálculo de carga en flexión para el bambú Guadua indican una carga total de 333.46 kg, contemplando los factores de seguridad previamente establecidos.

Selección de Plantas de la Pared Verde

De acuerdo a los criterios mencionados en la metodología, las plantas que cumplen con los criterios son:

Modelado Digital del Edificio y la Pared Verde

Apartir de la metodología desarrollada, se obtiene un diseño tridimensional detallado tanto del edificio como de la pared verde, integrando los elementos previamente analizados. Este diseño incorpora decisiones sobre la selección de materiales y especies vegetales para garantizar el equilibrio entre funcionalidad y estética. (ver imagen 3)

Sensores de Temperatura

Se registro una temperatura maxima en la pared interior de 29°C, mientras que en el area del techo las temperaturas alcanzan los 38°C. Estos valores permiten observar el comportamiento que hay al interior del edificio anter y una vez instalada la pared verde.

Simulación de TRNSYS

Se llevó a cabo la simulación en el software TRNSYS utilizando los valores determinados en la metodología previamente definida. Este análisis permitió modelar las condiciones térmicas del edificio antes de la pared verde (ver gráfica 2), logrando observar la ganancia de calor en el exterior (Total_Gain), y las que son transmitidas por las ventanas (Gains Windows), teniendo como temperatura maxima de la pared a 33°C (Ext Wall).

Results

In order to perform the simulation in TRNSY, it is essential to have the dimensions of the SG, as well as the thermal description of the materials used in its construction.

Tabla 1. Propiedades Térmica de los Materiales.
Tabla 2 Termal Properties of Materials

Materia	Espesor(cm)	Conducción Térmica (W/mK)	Calor Específico (J/kgK)	Densidad (kg/m³)
Pared Exterior e Interior				
Bloque de Hormigón	15	0.420	1000	1200
Pintura Electrostática (Pared)	0.2	0.29	-	1170
Hierro (Protección)	0.5	62	473	7870
Aluminio (Marco y Puerta)	0.3	160	896	2800
Vidrio	0.6	1160	830	2490
Techo				
Lamina de Asbesto	0.6	0.156	900	1900

Green Wall Structure

The results of the bending load calculation for Guadua bamboo indicate a total load of 333.46 kg, considering the safety factors previously established.

Green Wall Plant Selection

According to the criteria mentioned in the methodology, the plants that meet the criteria are:



El Tradescantia Spathacea (Maguey Morado). Solenostemon scutellarioides (Coleus) Bacopa monnieri (Bacopa).

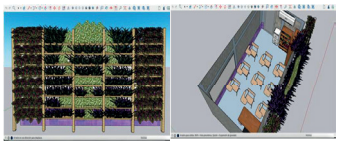


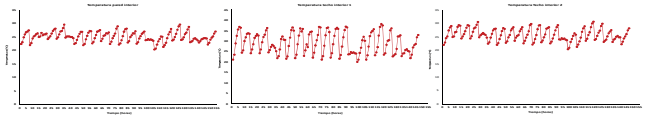
Imagen 3. Diseño Tridimensional del Edificio y la Pared Verde .
Image 3. Tree-dimensional Design of the Building and Green Wall

Digital Modeling of the Building and the Green Wall

From the developed methodology, a detailed three-dimensional design of both the building and the green wall is obtained, integrating the previously analyzed elements. This design incorporates decisions on the selection of materials and plant species to ensure a balance between functionality and aesthetics. (see imagen 3)

Temperature Sensors

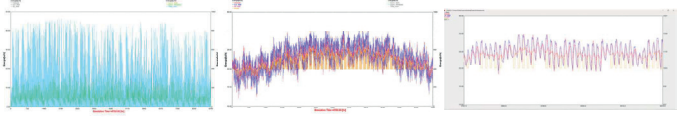
A maximum temperature of 29°C was recorded on the interior wall, while in the roof area the temperatures reached 38°C. These values allow to observe the behavior inside the building before and after the installation of the green wall.



Grafica 1.Temperatura al Interior del Edificio. Graph 1. Temperature Inside the Building.

Simulation in TRNSYS

The simulation was carried out in TRNSYS software using the values obtained from the previously defined methodology. This analysis allowed modeling the thermal conditions of the building before the green wall (see graph 2), observing the heat gain on the outside (Total_Gain), and those transmitted through the windows (Gains Windows), with the maximum temperature of the wall at 33°C (Ext Wall).



Grafica 2.Antes de la Pared Verde: a) Ganancia térmica anual de la pared y ventana. b) Temperatura anual del ambiente, interior y exterior de la pared y del aula. c) Evolución de temperaturas en verano. Graph 2.Before the Green Wall: a) Annual thermal gain of the wall and window. b) Annual temperature of the environment, inside and outside the wall and the classroom. c) Temperature evolution in summer.

Acknowledgment

This work has been carried out within the framework of the research project "The power of diversity and social inclusion as a mean for reducing air pollution and achieving green urban nexus in climate neutral cities' — 'DivAirCity" (Contract Ref: 101003799) of the European Union's H2020 Framework Program.

PROGETTAZIONE DI UN MODELLO DI CALCOLO PER OTTIMIZZARE IL FUNZIONAMENTO DI DIFFERENTI SOLUZIONI DI PARETI VENTILATE: SIMULAZIONI E CONFRONTI I

DESIGN OF A COMPUTATIONAL MODEL TO OPTIMIZE THE PERFORMANCE OF DIFFERENT TYPES OF VENTILATED RAINSCREENS: SIMULATIONS AND COMPARISONS I

Francesco Paolo Rosario Marino
Departament of Engineering; University of Basilicata; Via dell'Ateneo Lucano, 10, 85100 Potenza
Researcher and Assistant Professor in Architectural Technology. E-mail: francesco.marino@unibas.it
Luis Manuel Palmero Iglesias
Researcher and professor in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València, Building Engineer, Master in Concrete Engineering, PhD by the UPV and Università of Florence, Italy.Dr.h.C. by Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture. E-mail:lpalmero@csa.upv.es

Abstract

The developed software allowed for the evaluation of different types of façades, making it possible to understand, under the various boundary conditions imposed, the correct sizing of the ventilated façade system, thereby optimizing its design. Countless simulations were carried out with the aim of verifying the correct sizing and the fluid-dynamic and hygrothermal behaviour of the ventilated walls. This was based on approved systems available on the market, establishing common physical and geometric parameters that allowed multiple comparisons between the different solutions, thereby obtaining the most objective results possible. To this end, three different systems were selected, corresponding to the following commercial products: an open-joint system with natural stone panels; a jointless system with cladding consisting of a plaster-bearing panel; a continuous screen system with zinc-titanium slats connected via male-female joints. For each of these, three different structures of the mathematical model were created, taking into account the specific characteristics of either continuously ventilated or micro-ventilated walls, as well as the different material types and compositions of the external cladding. The simulations were run under different conditions, considering: - the presence of the stack effect alone; - the contribution of micro-ventilation (as in the case of the open-joint system); - the combination of the stack effect with the effect of wind incidence. The results obtained from the simulations and analyses carried out on the different types of ventilated rainscreens confirmed the findings of the studies conducted during the various phases of the research and certified the correctness of the developed computational model.

Keywords
Ventilated Rainscreen, Sustainability, Computational Algorithm, Analysis and Simulations, Model Validation

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

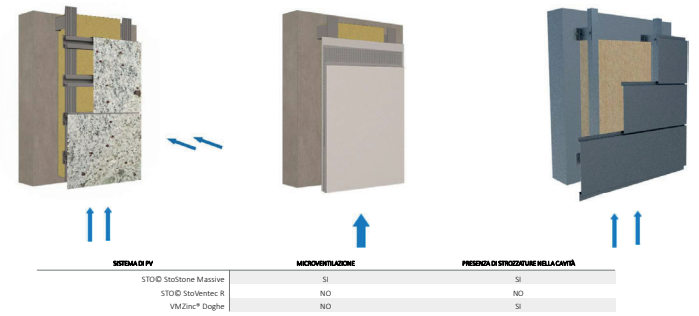
PROGETTAZIONE DI UN MODELLO DI CALCOLO PER OTTIMIZZARE IL FUNZIONAMENTO DI DIFFERENTI SOLUZIONI DI PARETI VENTILATE: SIMULAZIONI E CONFRONTI

DESIGN OF A COMPUTATIONAL MODEL TO OPTIMIZE THE PERFORMANCE OF DIFFERENT VENTILATED WALL SOLUTIONS: SIMULATIONS AND COMPARISONS

Francesco Paolo R. Marino [1] ; Luís Manuel Palmero Iglesias [2]
Department of Engineering (Diing), University of Basilicata, Potenza (Italy)[1]; School of Building Engineering (ETSIE), UPV, Valencia (Spain)[2]

Introduzione

Il software sviluppato ha consentito la valutazione di diversi tipi di facciate, rendendo possibile comprendere, sotto le diverse condizioni al contorno imposte, il corretto dimensionamento del sistema di facciata ventilata, ottimizzandone così il design. Sono state effettuate numerose simulazioni con l'obiettivo di verificare il corretto dimensionamento e il comportamento fluidodinamico e igrotermico delle pareti ventilate. Questo è stato fatto partendo da sistemi omologati esistenti sul mercato, stabilendo parametri fisici e geometrici comuni che hanno permesso di effettuare più confronti tra le diverse soluzioni e ottenere i risultati il più oggettivi possibile.
A tal fine, sono stati selezionati tre diversi sistemi, corrispondenti ai seguenti prodotti commerciali (figura 1): - STO© StoVentec Stone Massive, un sistema a giunti aperti con pannelli in pietra naturale; - STO© StoVentec R, un sistema senza giunti con rivestimento costituito da una lastra porta-intonaco; - VMZINC® Doghe, un sistema a schermo continuo con doghe in zinco-titanio collegate tramite giunti maschio-femmina.
Per ognuno di questi, sono state create tre diverse strutture del modello matematico, tenendo conto delle specifiche caratteristiche delle pareti ventilate continuamente o microventilate, nonché delle diverse tipologie e composizioni dei materiali del rivestimento esterno.



SISTEMA DI PV	MICROVENTILAZIONE	PRESENZA DI STRUTTURE NELLA CAVITÀ
STO© StoStone Massive	SI	SI
STO© StoVentec R	NO	NO
VMZinc® Doghe	NO	SI

Figura 1. Vista assonometrica dei sistemi di parete ventilata che fanno riferimento ai seguenti prodotti commerciali: STO© StoVentec Stone Massive (a destra), STO© StoVentec R (al centro), VMZINC® Doghe (a sinistra)

Figure 1. Axonometric view of ventilated rainscreen systems based on the following commercial products: STO© StoVentec Stone Massive (right), STO© StoVentec R (center), VMZINC® Doghe (left)

Validazione del modello di calcolo e simulazioni

Al fine di validare il modello di calcolo sviluppato, è stato effettuato un gran numero di simulazioni per ciascuna delle tre tipologie di parete ventilata, analizzando e confrontando i dati ottenuti e modificando di volta in volta i parametri caratteristici, relativi a: - altezza della PV; - profondità dell'intercapedine; - colore di finitura del rivestimento; - passo degli elementi della sottostruttura.
Tenendo conto delle specificità di ciascuna delle tipologie di PV analizzate (evidenziate nella tabella della figura 1), è stato necessario personalizzare i modelli di simulazione, partendo dalla condizione più generale possibile, che include tutte le configurazioni potenziali, per poi "sottrarre" gli elementi non necessari in base al sistema di facciata ventilata specifico.
Le simulazioni sono state eseguite in diverse condizioni, considerando: - la presenza solo dell'effetto «camino»; - il contributo della microventilazione (come nel caso del sistema a giunti aperti); - la combinazione dell'effetto camino con l'effetto dell'incidenza del vento. i dati di input che descrivono le condizioni al contorno del sistema, sono i dati climatici relativi al sito di interesse: - distribuzione giornaliera della temperatura estiva massima; - radiazione solare massima; - pressione del vento in base all'angolo di incidenza; - andamento delle temperature, calcolato in regime stazionario.
I dati fisici e geometrici della parete ventilata, valutando: - diverse altezze della facciata; - diversi spessori dell'intercapedine; - diverso colore di finitura; - diverso passo degli elementi orizzontali (se presenti), in termini di coefficienti di ammittanza relativi alle perdite distribuite e localizzate.
In dettaglio, per quanto riguarda la parete ventilata con lastre in pietra naturale a giunti aperti, le elaborazioni eseguite (figura 2) sono state ottenute variando: - diversa altezza della cavità di ventilazione considerando un'altezza della parete di 12, 23.50, 30 e 50 m comuni a tutte tre i sistemi; - lo spessore del condotto di ventilazione di 4, 5 e 8 cm; - la distanza tra gli interassi dei correnti orizzontali di 30 e 60 cm; - colore chiaro del rivestimento di finitura; - l'emissività della superficie dell'isolante all'interno della cavità ventilata con una superficie nera opaca e una riflettente. Per quanto ha riguardato invece la parete ventilata a schermo continuo con lastra porta-intonaco, l'analisi è stata condotta considerando:- una diversa colorazione della finitura dell'intonaco di rivestimento esterno, tinte chiare e scure; - un diverso spessore dell'intercapedine ventilata (4 e 8 cm). Infine sono state eseguite le medesime valutazioni sulla parete ventilata con rivestimento con doghe in zinco-titanio considerando: - un diverso colore di finitura (medio e scuro); - variando lo spessore del canale di ventilazione (4 e 8 cm). Per ogni tipologia di facciata ventilata sono state effettuate delle simulazioni valutando: l'esposizione all'irraggiamento solare (considerando la facciata principale esposta a Sud).
Successivamente sono stati aggregati (figure 3) i dati ottenuti dalle simulazioni sulle singole PV, così da poter confrontare il differente comportamento dei tre sistemi analizzati, considerando come parametri comuni: - altezza di 23,50 m; - spessore dell'intercapedine di 4 cm; - colore di finitura scuro; - passo elementi orizzontali di 30 cm (dove presenti); - in assenza di vento e con solo effetto stack; - considerando l'incidenza del vento con angolo di 0°, 45° e 90°.
I risultati ottenuti a seguito delle simulazioni e delle analisi effettuate sui diversi tipi di parete ventilata hanno confermato gli esiti degli studi condotti nelle varie fasi della ricerca e attestato la correttezza del modello di calcolo sviluppato.

Introduction

The developed software allowed for the evaluation of different types of façades, making it possible to understand, under the various boundary conditions imposed, the correct sizing of the ventilated façade system, thereby optimizing its design. Countless simulations were carried out with the aim of verifying the correct sizing and the fluid-dynamic and hygrothermal behavior of the ventilated walls. This was based on approved systems available on the market, establishing common physical and geometric parameters that allowed multiple comparisons between the different solutions, thereby obtaining the most objective results possible.
To this end, three different systems were selected, corresponding to the following commercial products (figure1): - STO© StoVentec Stone Massive, an open-joint system with natural stone panels; - STO© StoVentec R, a jointless system with cladding consisting of a plaster-bearing panel; - VMZINC® Doghe, a continuous screen system with zinc-titanium slats connected via male-female joints.
For each of these, three different structures of the mathematical model were created, taking into account the specific characteristics of either continuously ventilated or micro-ventilated walls, as well as the different material types and compositions of the external cladding..

Validation of the computational model and simulations

In order to validate the developed calculation model, a large number of simulations were carried out for each of the three types of ventilated rainscreen. The data obtained were analyzed and compared, with the characteristic parameters being modified each time, including:- height of the VF; - depth of the cavity; - finishing color of the cladding;- pitch of the substructure elements.
Taking into account the specificities of each of the VF typologies analyzed (highlighted in the table in Figure 1), it was necessary to customize the simulation models, starting from the most general condition possible, which includes all potential configurations, and then "subtracting" the unnecessary elements based on the specific ventilated façade system.
The simulations were run under different conditions, considering: - the presence of only the stack effect; - the contribution of microventilation (as in the case of the open-joint system); - the combination of the stack effect with the effect of wind incidence. The input data that describe the boundary conditions of the system are the climatic data related to the site of interest: - daily distribution of the maximum summer temperature; - maximum solar radiation; - wind pressure based on the angle of incidence; - temperature variation, calculated in steady-state conditions. The physical and geometric data of the ventilated wall, considering: - different façade heights; - different cavity thicknesses; - different finish colors; - different pitch of the horizontal elements (if present), in terms of admittance coefficients related to distributed and localized losses.

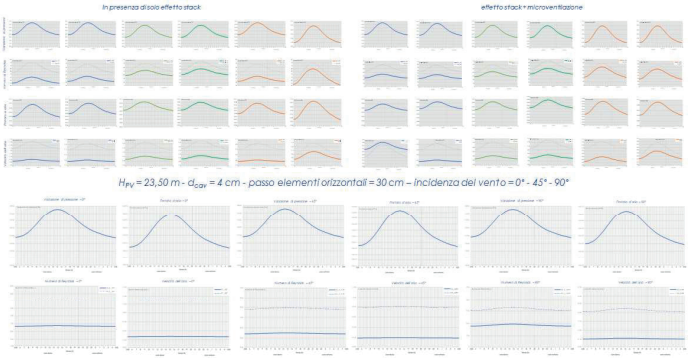
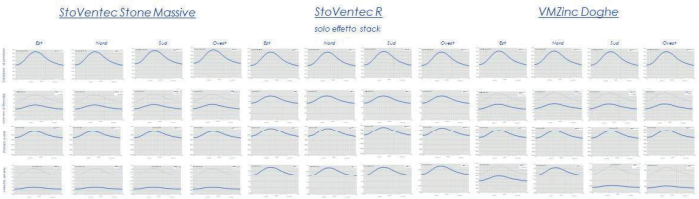


Figura 2. Esempio dei risultati delle simulazioni condotte su StoVentec Stone Massive: HPV = 23,50 m - dcav = 4, 5 e 8 cm - passo elementi orizzontali = 30 e 60 cm – colore di finitura: chiaro

Figure 2. Example of simulation results performed on StoVentec Stone Massive: HVF = 23.50 m - dcav = 4, 5 and 8 cm - spacing of horizontal elements = 30 and 60 cm – finishing colour: light

In detail, regarding the ventilated rainscreen with natural stone slabs and open joints, the calculations performed (figure 2) were obtained by varying: - the height of the ventilation cavity, considering wall heights of 12, 23.50, 30, and 50 m, common to all three systems;- the thickness of the ventilation duct (4, 5, and 8 cm); - the distance between the centers of the horizontal beams (30 and 60 cm); - the light color of the finishing coating; - the emissivity of the insulation surface inside the ventilated cavity, with a matte black surface and a reflective one. Regarding the ventilated rainscreen with a continuous screen and plaster-holder slab, the analysis was conducted considering: - a different color for the external plaster finish, in light and dark shades; - a different thickness of the ventilated cavity (4 and 8 cm). Finally, the same evaluations were performed on the ventilated wall with zinc-titanium slat cladding, considering: - a different finishing color (medium and dark);varying the thickness of the ventilation channel (4 and 8 cm). For each type of ventilated façade, simulations were performed evaluating: exposure to solar radiation (considering the main façade exposed to the South).
Subsequently, the data obtained from the simulations on the individual VFs were aggregated (figure 3), so as to be able to compare the different behavior of the three systems analyzed, considering as common parameters: - height of 23.50 m; - thickness of the cavity of 4 cm; - dark finishing color; - pitch of horizontal elements of 30 cm (where present); - in the absence of wind and with only the stack effect; - considering the incidence of the wind with an angle of 0°, 45° and 90°.
I risultati ottenuti a seguito delle simulazioni e delle analisi effettuate sui diversi tipi di parete ventilata hanno confermato gli esiti degli studi condotti nelle varie fasi della ricerca e attestato la correttezza del modello di calcolo sviluppato.



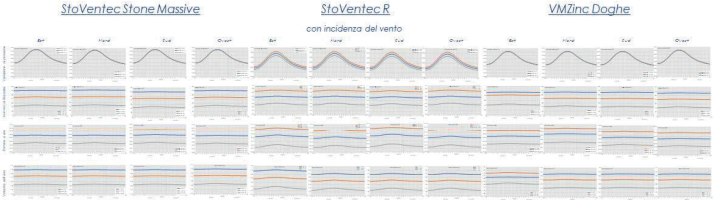


Figura 3. Confronto tra sistemi. Orientamento edificio con facciata principale esposta a Sud: HPV = 23,50 m - dcav = 4 cm - p = 30 cm – colore di finitura: scuro

Figure 3. Comparison between systems. Building orientation with the main façade facing South: HPV = 23.50 m - dcav = 4 cm - p = 30 cm – finishing color: dark.

PROGETTAZIONE DI UN MODELLO DI CALCOLO PER OTTIMIZZARE IL FUNZIONAMENTO DI DIFFERENTI SOLUZIONI DI PARETI VENTILATE: SIMULAZIONI E CONFRONTI II

DESIGN OF A COMPUTATIONAL MODEL TO OPTIMIZE THE PERFORMANCE OF DIFFERENT TYPES OF VENTILATED RAINSCREENS: SIMULATIONS AND COMPARISONS II

Francesco Paolo Rosario Marino
Departament of Engineering; University of Basilicata; Via dell'Ateneo Lucano, 10, 85100 Potenza
Researcher and Assistant Professor in Architectural Technology. E-mail: francesco.marino@unibas.it
Luis Manuel Palmero Iglesias
Researcher and professor in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València, Building Engineer, Master in Concrete Engineering, PhD by the UPV and Università of Florence, Italy.Dr.h.C. by Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture. E-mail:lpalmero@csa.upv.es

Abstract

The developed Il software sviluppato ha consentito la valutazione di diversi tipi di facciate, rendendo possibile comprendere, sotto le diverse condizioni al contorno imposte, il corretto dimensionamento del sistema di facciata ventilata, ottimizzandone così il design. Sono state effettuate numerose simulazioni con l'obiettivo di verificare il corretto dimensionamento e il comportamento fluidodinamico e igrotermico delle pareti ventilate. Questo è stato fatto partendo da sistemi omologati esistenti sul mercato, stabilendo parametri fisici e geometrici comuni che hanno permesso di effettuare più confronti tra le diverse soluzioni e ottenere i risultati il più oggettivi possibile.A tal fine, sono stati selezionati tre diversi sistemi, corrispondenti ai seguenti prodotti commerciali (figura 1): - STO© StoVentec Stone Massive, un sistema a giunti aperti con pannelli in pietra naturale; - STO© StoVentec R, un sistema senza giunti con rivestimento costituito da una lastra porta-intonaco; - VMZINC® Doghe, un sistema a schermo continuo con doghe in zinco-titanio collegate tramite giunti maschio-femmina.Per ognuno di questi, sono state create tre diverse strutture del modello matematico, tenendo conto delle specifiche caratteristiche delle pareti ventilate continuamente o microventilate, nonché delle diverse tipologie e composizioni dei materiali del rivestimento esterno.

Keywords
Ventilated Rainscreen, Sustainability, Computational Algorithm, Analysis and Simulations, Model Validation

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

PROGETTAZIONE DI UN MODELLO DI CALCOLO PER OTTIMIZZARE IL FUNZIONAMENTO DI DIFFERENTI SOLUZIONI DI PARETI VENTILATE: STRUTTURAZIONE DELL'ALGORITMO

DESIGN OF A COMPUTATIONAL MODEL TO OPTIMIZE THE PERFORMANCE OF DIFFERENT VENTILATED WALL SOLUTIONS: ALGORITHM STRUCTURING

Francesco Paolo R. Marino
Department of Engineering (Diing), University of Basilicata, Potenza (Italy)

Introduzione

La trasformazione verso città sostenibili, inclusa la progettazione di edifici quasi a energia zero, richiede una pianificazione intelligente, in particolare nella scelta dei tipi di abitazione e di costruzione. I sistemi a facciata ventilata rappresentano una soluzione altamente efficace, poiché garantiscono sia l'isolamento invernale che la protezione estiva, riducendo il consumo energetico per il riscaldamento e il raffreddamento. Questi sistemi offrono anche protezione contro gli agenti atmosferici e i danni causati dagli animali, aumentando la longevità delle costruzioni. Allo stesso tempo, sono la soluzione ideale per edifici con struttura e involucro in legno, per i quali aumenta la necessità di una pelle esterna altamente impermeabile all'acqua ma permeabile al vapore. Inoltre, sono facilmente manutenibili e sostituibili, supportando la sostenibilità a lungo termine degli edifici. Alcuni tipi di facciate ventilate imitano l'architettura tradizionale mediterranea o lo stile brutalista. Nonostante i benefici, l'uso diffuso delle pareti ventilati è ostacolata da alti costi e dalla complessità di ottimizzare le loro prestazioni con gli strumenti software esistenti. E' stato pertanto sviluppato un modello matematico basato sulla validazione sperimentale e sugli standard vigenti, progettato per valutare i flussi termici, le temperature superficiali e i carichi termici nei sistemi di isolamento a parete ventilata. Il modello studiato e messo a punto è applicabile a vari materiali e configurazioni, offrendo uno strumento versatile per valutare le prestazioni termiche e ottimizzare il progetto, semplice nell'uso pur considerando variabili chiave come l'altezza e la profondità della cavità di ventilazione, la presenza di vento, la variazione di velocità dell'aria e le caratteristiche del rivestimento.

Modellizzazione fisico-matematica del funzionamento di una facciata ventilata

Il modello sviluppato per le facciate ventilate è direttamente derivato da quello precedentemente studiato da uno degli autori (insieme a F. Lembo e G. Lacava) per modellare, simulare e analizzare il comportamento delle DSF - Facciate a doppia pelle (Double Skin Façades) e per ottimizzarne il progetto. Esso si basa sull'uso della piattaforma software MATLAB® Simulink ed è organizzato sull'interazione tra tre sottosistemi: il modello termico (figura 1a); il modello di flusso d'aria (figura 1b); i modelli di velocità del vento (figure 1c, 1d).

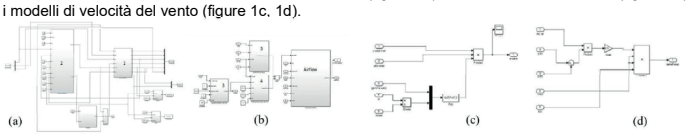


Figura 1. (a) *Modello termico*: (1) sottosistema termico, (2) sottosistema di flusso d'aria; (b) *Modello del flusso d'aria*: (3) generatore di vento, (4) pressione del vento, (5) effetto camino; *Modello della velocità del vento*: (c) generatore di vento, (d) pressione del vento.

Figure 1. (a) *Thermal model*: (1) thermal subsystem, (2) airflow subsystem; (b) *Airflow model*: (3) wind generator, (4) wind pressure, (5) stack effect; *Wind velocity model*: (c) wind generator; (d) wind pressure

Costruire l'algoritmo in Simulink ha consentito di definire una struttura a blocchi dinamici (figura 2), collegati tra loro in modo da eseguire una successione reiterata di operazioni in grado di fornire una simulazione analitica quanto più vicina possibile al funzionamento reale di una parete ventilata.

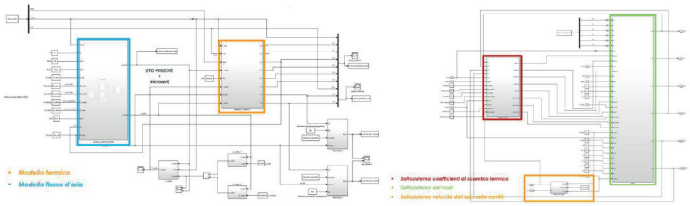


Figura 2. Esemplificazioni del modello: Schema generale (a sinistra); Sottosistemi del modello termico (a destra)

Figure 2. Model examples: General scheme (left); Thermal model subsystems (right)

Il *Modello Termico* simula gli scambi termici che si verificano tra i diversi elementi della parete ventilata, per conduzione, convezione e irraggiamento, sotto l'azione delle differenze di temperatura. Gli input richiesti sono le condizioni climatiche esterne e la radiazione solare, i coefficienti di scambio termico e di flusso d'aria, risultanti dal modello di flusso d'aria. Gli output sono le temperature di tutti gli strati che compongono il sistema e dell'ambiente interno, e la velocità del flusso d'aria nella cavità. In ogni nodo agisce un sistema dinamico che può essere descritto in condizioni non stazionarie ricorrendo alla soluzione di equazioni differenziali (figura 3).
Il *Modello di Flusso d'Aria* è costituito da tre sottosistemi (figura 4): - il *generatore dell'effetto camino*, che consente di determinare le differenze di pressione generate dall'effetto camino o galleggiamento, sulla base dei seguenti input: temperatura esterna, temperatura nell'intercapedine, densità dell'aria, altezza dell'intercapedine; - il *generatore dell'effetto vento* consente di determinare la differenza di pressione generata dall'effetto del vento sulla facciata, sulla base dei seguenti input: densità dell'aria, coefficiente di pressione sulla facciata dell'edificio; coefficiente di pressione sul tetto dell'edificio, velocità del vento, coefficiente di sicurezza locale; - il *generatore di flusso d'aria*, che consente di definire il valore di tutti i flussi d'aria, in ingresso, nell'intercapedine e in uscita, a partire dai seguenti dati di input: differenza di pressione dovuta al vento; differenza di pressione dovuta all'effetto camino nell'intercapedine; coefficienti di ammettenza, in ingresso, in intercapedine e in uscita.
Il *Modello di Velocità del Vento* trasforma la velocità del vento misurata dalla stazione meteorologica nella velocità del vento agente sulla superficie dell'edificio, partendo dai seguenti dati di input: velocità del vento rilevata dalla stazione meteorologica, altezza della stazione meteorologica, altezza della parete ventilata, parametri dipendenti dal tipo di terreno e dalla situazione locale, condizione di facciata protetta o meno.

Obiettivi

Attraverso il modello messo a punto si vogliono esaminare i comportamenti delle portate d'aria all'interno delle intercapedini delle pareti ventilate ed il loro cambiamento al variare della temperatura, della dimensione dello spessore dell'intercapedine, dell'altezza della parete ventilata ed in relazione alla presenza di vento e del suo angolo di incidenza sullo schermo esterno della parete.
Nello specifico il software ha consentito la valutazione di differenti tipologie di facciate, rendendo possibile capire, con le diverse condizioni al contorno imposte, il giusto dimensionamento del sistema così da ottimizzandone la progettazione. L'obiettivo principale delle simulazioni è stato quello di verificare il funzionamento delle pareti ventilate a partire da sistemi omologati esistenti sul mercato, stabilendo parametri fisici e geometrici comuni sulla base dei quali fosse possibile eseguire più confronti e ottenere risultati quanto più oggettivi possibile.

Introduction

The transformation towards sustainable cities, including the design of nearly zero-energy buildings, requires intelligent planning, particularly in the selection of housing types and construction choices. Ventilated rainscreens represent a highly effective solution, as they provide both winter insulation and summer protection, reducing energy consumption for heating and cooling. They also shield buildings from environmental elements and animal damage, extending their longevity. At the same time, they are the ideal solution for buildings with wooden structures and envelopes, for which there is an increasing need for an outer skin that is highly water-resistant but permeable to vapour. Furthermore, they are easy to maintain and replace, supporting the long-term sustainability of buildings. Additionally, certain rainscreen types mimic traditional Mediterranean architecture or brutalist style. Despite their benefits, the widespread use of ventilated wall systems is hindered by high costs and the complexity of optimizing their performance with existing software tools. A mathematical model based on experimental validation and current standards has therefore been developed, designed to assess thermal flows, surface temperatures, and thermal loads in ventilated wall insulation systems. The model studied and refined is applicable to various materials and configurations, offering a versatile tool to evaluate thermal performance and optimize design, simple to use while considering key variables such as the height and depth of the ventilation cavity, wind presence, air speed variations, and the characteristics of the cladding.

Physical-mathematical modeling of a ventilated rainscreen functioning

The model developed for ventilated rainscreens is directly derived from the one previously studied by one of the authors (with F. Lembo & G. Lacava) to model, simulate and analyze the behavior of the DSF - Double Skin Façades and to optimize their design. It is based on the use of MATLAB® Simulink software platform and is organized on the interaction between three subsystems: the thermal model (figure 1a); the airflow model (figure 1b); the wind velocity models (figure 1c, 1d). Building the algorithm in Simulink allowed us to define a structure of dynamic blocks (Figure 2), interconnected to perform a repeated succession of operations, enabling an analytical simulation as close as possible to the real functioning of a ventilated wall.
The *Thermal Model* simulates the thermal exchanges that occur between the different elements of the ventilated rainscreen, by conduction, convection and radiation, under the action of temperature differences. The required inputs are the external climatic conditions and solar radiation, the coefficients of heat transfer and air flow, resulting from the airflow model. The outputs are the temperatures of all the layers that make up the system and the internal ambient and the speed of the air flow in the cavity. In every node acts a dynamic system which can be described in non-stationary conditions resorting to differential equation's solution (figure3).

Nodo 0: $\frac{dT_0}{dt} = \frac{\alpha_0(\theta_{out}-\theta_0) + R_{d1}{}^{-1}(\theta_1-\theta_0) + q_{sun}\cdot A\%}{0.5\cdot\rho_1\cdot c_1\cdot d_1}$

Nodo 1: $\frac{dT_1}{dt} = \frac{R_{d1}{}^{-1}(\theta_0-\theta_1) + \alpha_{c1}(\theta_2-\theta_1) + \alpha_{r13}(\theta_3-\theta_1)}{0.5\,(\rho_1\cdot c_1\cdot d_1 + \rho_{air}\cdot c_2\cdot d_2)}$

Nodo 2: $\frac{dT_2}{dt} = \frac{\alpha_{c1}(\theta_1-\theta_2) + \alpha_{c2}(\theta_3-\theta_2) + \alpha_z(\theta_{cav}-\theta_2)}{\rho_{air}\cdot c_2\cdot d_2}$

Nodo 3: $\frac{dT_3}{dt} = \frac{\alpha_{c2}(\theta_2-\theta_3) + \alpha_{r13}(\theta_1-\theta_3) + R_{d3}{}^{-1}(\theta_4-\theta_3)}{0.5\,(\rho_{air}\cdot c_2\cdot d_2 + \rho_3\cdot c_3\cdot d_3)}$

Nodo 4: $\frac{dT_4}{dt} = \frac{R_{d3}{}^{-1}(\theta_3-\theta_4) + R_{d4}{}^{-1}(\theta_5-\theta_4)}{0.5\,(\rho_3\cdot c_3\cdot d_3 + \rho_4\cdot c_4\cdot d_4)}$

Nodo 5: $\frac{dT_5}{dt} = \frac{R_{d4}{}^{-1}(\theta_4-\theta_5) + \alpha_{in}(\theta_{in}-\theta_5)}{0.5\,\rho_4\cdot c_4\cdot d_4}$

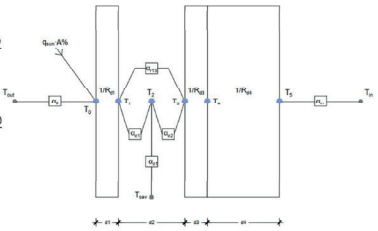


Figura 3. Equazioni differenziali per la determinazione delle temperature dei vari strati che compongono il sistema (a sinistra); rete termica della parete ventilata (a destra)

Figure 3. Differential equations for determining the temperatures of the layers that make up the system (left); thermal network of the ventilated rainscreen (right)

The *Airflow Model* consists of three sub-systems (figure 4): - the *stack effect generator*, which allows to determine the pressure differences generated by the stack effect or buoyancy, on the basis of the following inputs: external temperature, temperature in the cavity, air density, height of the cavity; - the *wind effect generator* allows to determine the pressure difference generated by the effect of the wind on the façade, on the basis of the following inputs: air density, pressure coefficient on the façade of the building; pressure coefficient on the building roof, wind speed, local security coefficient; - the *airflow generator*, which allows to define the value of all the air flows, at the input, in the cavity, and at the outlet, from the following input data: the difference in pressure due to the wind; pressure difference due to the stack effect in the cavity; coefficients of admittance, at the input, in the cavity and at the outlet.
The *Wind Velocity Model* transforms the wind speed measured by the meteorological station in the speed of the wind acting on the surface of the building, starting with the following input data: wind speed by the weather station, weather station height, height of the ventilated rainscreen, parameters dependent on the type of ground and the local situation, condition of protected or unprotected facade.

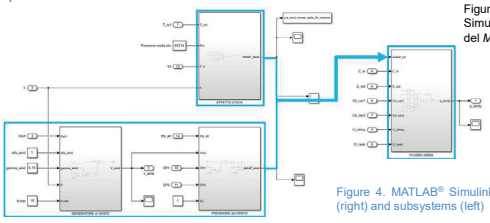


Figura 4. Modellazione in MATLAB® Simulink dei sottosistemi (a sinistra) del *Modello Flusso d'Aria* (a destra)

Figure 4. MATLAB® Simulink modeling of the *Airflow Model* (right) and subsystems (left)

Objectives

Through the developed model, the aim is to examine the airflow behaviors within the cavities of ventilated rainscreens and their change with the variation of the temperature, the size of the thickness of the cavity, the height of the ventilated wall and in relation to the presence of wind and its angle of incidence on the external screen of the wall. Specifically, the software allowed for the evaluation of different types of façades, making it possible to understand, under the different boundary conditions imposed, the correct sizing of the system in order to optimize its design.
The main objective of the simulations was to verify the performance of ventilated walls starting from existing certified systems on the market, establishing common physical and geometric parameters upon which it was possible to perform multiple comparisons and obtain results as objective as possible.

DESARROLLO DE MATERIALES BIOBASADOS PARA APLICACIONES EN CONSTRUCCIÓN CON CARACTERÍSTICAS TERMOACÚSTICAS

DEVELOPMENT OF BIO-BASED MATERIALS FOR BUILDING APPLICATIONS WITH THERMO-ACOUSTIC CHARACTERISTICS

Suzanne Sigeur Villanueva
Architetct. Doctoral School; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia
Professor Planning and Land Management Department.Universidad Tecnológica Metropolitana,4. Santiago de Chile, Chile. E-mail:susevil1@doctor.upv.es
Luis Manuel Palmero Iglesias
Researcher and professor in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València, Building Engineer, Master in Concrete Engineering, PhD by the UPV and Università of Florence, Italy.Dr.h.C. by Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture. E-mail:lpalmero@csa.upv.es
Natalia Caicedo Llano
PhD Architect.Planning and Land Management Department.Universidad Tecnológica Metropolitana,4. Santiago de Chile, Chile. Email: ncaicedo@utem.cl
Alan Huircaman
Engineerand researcher Micelios Lab. Planning and Land Management Department. Universidad Tecnológica Metropolitana,4. Santiago de Chile, Chile. Email:alan.huircaman@urem.cl

Abstract

Construction is one of the main pillars of the Chilean economy, contributing $3,038.64 billion to the national GDP in 2023 and generating 8.5% of jobs. However, it is also one of the primary sources of pollution, using 25% of all existing raw materials, 92% of which are derived from petroleum or the mining industry. Consequently, the construction industry generates 37% of CO2 emissions and 35% of Chile's solid waste. The research proposes to develop panels of thermo-acoustic insulation material for construction based on mycelium and agro-industrial waste; this material, with a lower carbon footprint, can contribute to improving sustainability in construction. In addition, mycelium thermal-acoustic insulation has, among other things, better fire resistance than many currently used insulation materials.

Keywords
Materials, waste, sustainability, innovation, mycelium

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

DESARROLLO DE MATERIALES BIOBASADOS PARA APLICACIONES EN CONSTRUCCIÓN CON CARACTERÍSTICAS TERMOACÚSTICAS

DEVELOPMENT OF BIO-BASED MATERIALS FOR BUILDING APPLICATIONS WITH THERMO-ACOUSTIC CHARACTERISTICS

Suzanne Segeur [1]
E. Doctorado / D. Construcciones Arquitectónicas / UPV 1

Luis Palmero [2]
D. Construcciones Arquitectónicas / UPV 2

Paula Nuñez[3]
LABORATIO MICELIOS / UTEM 3

Alan Huircaman[4]
LABORATIO MICELIOS / UTEM 4

INTRODUCCIÓN

La construcción es uno de los pilares fundamentales de la economía chilena, en el año 2023 aportó $3.038,64 billones al PIB nacional y generó el 8,5% de los empleos. Sin embargo, también es una de las principales fuentes de contaminación, utiliza el 25 % de todas las materias primas existentes de las cuales un 92% son derivados del petróleo o de la industria minera. Como consecuencia la industria de la construcción genera un 37% de las emisiones de CO2 y el 35% de los residuos sólidos de Chile. La investigación propone desarrollar paneles de un material de aislamiento termoacústico para la construcción en base a micelio y desechos agro - industriales, este material con menor huella de carbono puede contribuir a mejorar la sustentabilidad en la construcción. Así mismo el aislamiento termoacústico de micelio entre otras cosas tiene mejor resistencia al fuego que muchos materiales de aislamiento actualmente utilizados.

INTRODUCTION

Construction is one of the main pillars of the Chilean economy, contributing $3,038.64 billion to the national GDP in 2023 and generating 8.5% of jobs. However, it is also one of the primary sources of pollution, using 25% of all existing raw materials, 92% of which are derived from petroleum or the mining industry. Consequently, the construction industry generates 37% of CO2 emissions and 35% of Chile's solid waste. The research proposes to develop panels of thermo-acoustic insulation material for construction based on mycelium and agro-industrial waste; this material, with a lower carbon footprint, can contribute to improving sustainability in construction. In addition, mycelium thermal-acoustic insulation has, among other things, better fire resistance than many currently used insulation materials.



Fig. 1 Inoculación de Petris - Fig 2 Inoculación Mushbags - Fig 3 Crecimiento Micelio – Fig 4 Micelio maduro listo para testeos. Fotografías S. Segeur
Fig. 1 Petris inoculation - Fig 2 Mushbags inoculation - Fig 3 Mycelial growth - Fig 4 Mature mycelium ready for testing. Photographs S. Segeur

El micelio es el aparato vegetativo de los hongos, (raíces), forman una red de hifas o filamentos que se ramifican y permiten su nutrición. El micelio obtiene del subsuelo las sustancias necesarias para el desarrollo de la seta.

Esta investigación utiliza distintas cepas de hongos comestibles como el Shitake, Hongo París y Hongo Ostra. Además, el sustrato (alimento o medio de cultivo) aprovecha desechos agro – industriales como las corontas de choclo, algas varadas y cáscaras de nueces.

Los testeos preliminares indican que el micelio no solo es auto extinguible sino que tiene una resistencia mayor al fuego que otros materiales de aislamiento térmico considerando que su composición es del tipo lignocelulósica y al igual que la madera se va quemando por capas creando a su vez una protección producto de la carbonización preliminar antes de perder su resistencia estructural.
Así mismo el micelio muestra una conductividad térmica de 0,05 W/mk similar a la del poliestireno expandido (EPS) 0,043 W/mk y de la lana mineral 0,063 W/mk

The mycelium is the fungi's vegetative apparatus (roots), forming a network of hyphae or filaments that branch out and allow for nutrition. The mycelium obtains from the subsoil the substances necessary for the development of the mushroom.

This research uses different strains of edible mushrooms such as Shitake, Paris mushroom, and Oyster mushroom. In addition, the substrate (food or growing medium) uses agro-industrial waste such as corn husks, stranded algae, and nut shells.

Preliminary tests indicate that mycelium is not only self-extinguishing but also has a higher fire resistance than other thermal insulation materials, considering that its composition is lignocellulosic, and, like wood, it burns in layers, creating a protection product of preliminary carbonization before losing its structural resistance. Mycelium also has a thermal conductivity of 0.05 W/mk, similar to expanded polystyrene (EPS) at 0.043 W/mk and mineral wool at 0.063 W/mk.





Fig. 5 Muestras previas a la prueba de resistencia al fuego – Fig 6 Muestras post prueba de resistencia al fuego Fotografías S. Segeur
Fig. 5 Pre-fire test samples - Fig 6 Post-fire test samples Photographs S. Segeur

Muestra	Peso inicial (gr)	Tiempo de exposición al fuego (segundos)	Tiempo en auto extinguirse (segundos)	Peso final (gr)	Tiempo total del testeo (segundos)
Micelio 2	0,99	60	59	0,22	119
EPS3	0,08	3,29	-	0,05	3,29

Tabla 1. Evaluación de micelio y EPS expuesto a fuego directo.

Sample	Initial Weight (gr)	Fire Exposure Time (seconds)	time to self-extinguish (seconds)	Final weight (gr)	Total, testing time (seconds)
Micelio 2	0,99	60	59	0,22	119
EPS3	0,08	3,29	3,29	0,05	3,29

Table 1. Evaluation of mycelium and EPS exposed to direct fire

CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación plantean un gran potencial en el uso del micelio como material de construcción, el aprovechar los desechos agro - industriales permite reducir los costos de su producción, evaluar las características del micelio que se obtiene de las distintas cepas permite seleccionar el más adecuado para las necesidades de un material de construcción. Sin embargo es imperativo para poder avanzar vincular a la industria alimentaria en el proceso abriendo posibilidades de una economía circular que haga más eficiente el proceso.

CONCLUSIONS

The results of the research show great potential in the use of mycelium as a construction material; taking advantage of agro-industrial waste allows for reducing the costs of its production, and evaluating the characteristics of the mycelium obtained from the different strains allows selecting the most suitable for the needs of a construction material. However, it is imperative to involve the food industry in the process to move forward, opening up possibilities for a circular economy that makes the process more efficient.

APLICACIÓN DE LOS DRONES Y DE LA FOTOGRAMETRÍA 3D PARA EL LEVANTAMIENTO DE SITIOS DE DIFÍCIL ACCESO

APPLICATION OF DRONES AND 3D PHOTOGRAMMETRY FOR SURVEYING HARD-TO-REACH SITES

Pablo Rodríguez-Navarro
Senior Lecturer, PhD UPV. rodriguez@upv.es
LevARQ Research Group - Center of Architecture, Heritage and Management Research for Sustainable Development – PEGASO; ETSIE - Universitat Politècnica de València.

Teresa Gil-Piqueras
Senior Lecturer, PhD UPV. tgil@ega.upv.es
LevARQ Research Group - Center of Architecture, Heritage and Management Research for Sustainable Development – PEGASO; ETSIE - Universitat Politècnica de València.

Anna Pérez Vila
Associate Professor. PhD student UPV. anprevi@upvnet.upv.es
LevARQ Research Group - Center of Architecture, Heritage and Management Research for Sustainable Development - PEGASO; ETSIE; Universitat Politècnica de València.

Andrea Ruggieri
Assistant Professor. aruggie1@ega.upv.es
LevARQ Research Group - Center of Architecture, Heritage and Management Research for Sustainable Development - PEGASO; ETSIE; Universitat Politècnica de València.

Abstract

Currently, the complexity of the topography on which a building is situated, site access, or its large dimensions are not an issue when conducting a precise survey, as long as certain parameters are controlled to ensure the quality of the results. Thanks to the use of drones equipped with high-resolution cameras, we can utilize SfM (Structure from Motion) photogrammetry for surveying hard-to-reach sites. SfM photogrammetry is a technique particularly useful in architecture and archaeology, as it allows for the three-dimensional reconstruction of an element from a sequence of two-dimensional images. Additionally, the use of drones facilitates the capture of images from angles and heights that are otherwise difficult to reach, thereby improving the precision and coverage of the survey. This makes them essential for conducting surveys in areas with complex terrains and large structures. This research presents some of the results obtained from the survey of three castles: Bayren in Gandía (Valencia), Mauz in Sueras (Castellón), and Ares in Pozondón (Teruel). From the generated 3D models, we have obtained plans with sufficient clarity and precision to perform a detailed analysis of their structures and determine their state of conservation, thus providing valuable information for their preservation and restoration.

Keywords:

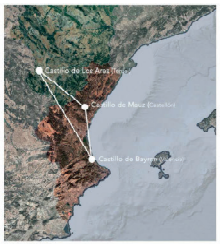
Comprehensive Graphic Survey, Castles, Survey Methodologies, Defensive Architecture.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

APLICACIÓN DE LOS DRONES Y DE LA FOTOGRAMETRÍA 3D PARA EL LEVANTAMIENTO DE SITIOS DE DIFÍCIL ACCESO

APPLICATION OF DRONES AND 3D PHOTOGRAMMETRY FOR SURVEYING HARD-TO-REACH SITES

Pablo Rodríguez-Navarro, Teresa Gil-Piqueras, Ana Pérez Vila, Andrea Ruggieri
LevARQ Research Group, Centro de Investigación PEGASO, E.T.S. Ingeniería de Edificación, Universitat Politècnica de València

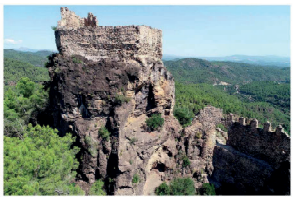


En la actualidad, la complejidad de la orografía sobre la que se asienta un edificio, el acceso al sitio o sus grandes dimensiones no son un problema a la hora de realizar un levantamiento de precisión, siempre que se controlen ciertos parametros que garanticen la calidad de los resultados. Gracias al uso de drones equipados con cámaras de alta resolución, podemos utilizar la fotogrametría SfM para el levantamiento de sitios de difícil acceso.
A continuación, se presentan algunos de los resultados del levantamiento de castillos situados en áreas elevadas y entornos rocosos.

Currently, the complexity of the orography on which a building is situated, site access, or its large dimensions are not an issue when conducting a precise survey, as long as certain parameters ensuring the quality of the results are controlled. Thanks to the use of drones equipped with high-resolution cameras, we can use SfM photogrammetry for the surveying of difficult to access sites.
Below are some of the results from the surveying of castles located in elevated areas and rocky environments.





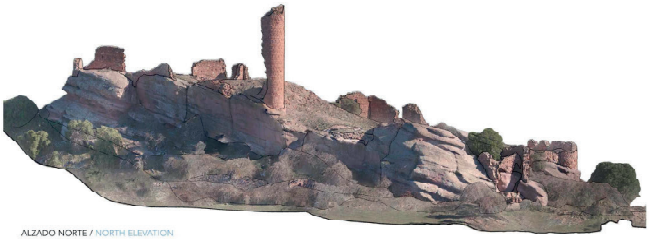


Esta contribución es parte del proyecto de I+D+i ref. PID2020-119469RB-I00, financiado por Ministerio de Ciencia e Innovación / Agencia Estatal de Investigación / 10.13039/501100011033 - This contribution is part of the R&D&I project ref. PID2020-119469RB-I00, funded by the Ministry of Science and Innovation / State Research Agency / 10.13039/501100011033.

CASTILLO DE LOS ARES, POZONDÓN (TERUEL) / LOS ARES CASTLE, POZONDÓN (TERUEL)

El castillo de Los Ares se caracteriza por su planta irregular, adaptada a la orografía sobre la pequeña cima de piedra de rodeno sobre la que está construido. En este caso, el castillo presenta un escaso desnivel con respecto a la llanura que lo rodea. Sin embargo, presenta zonas de difícil acceso dada su pendiente y lo elevado de sus muros. La toma de datos para el levantamiento gráfico se llevó a cabo con el apoyo aéreo de un drone DJI Mavic Entreprise, con sensor CMOS de 4/3 y 20MP, y zoom híbrido de 56 aumentos.

The Los Ares Castle is characterized by its irregular floor plan, adapted to the orography of the small rodeno stone peak on which it is built. In this case, the castle has a slight elevation difference compared to the surrounding plain. However, it features areas of difficult access due to its slope and the height of its walls. The data collection for the graphic survey was carried out with the aerial support of a DJI Mavic Enterprise drone, equipped with a 4/3 CMOS sensor and 20MP resolution, and a 56x hybrid zoom.



ALZADO NORTE / NORTH ELEVATION



ALZADO NORTE / NORTH ELEVATION

CASTILLO DE MAUZ, SUERAS (CASTELLÓN) / MAUZ CASTLE, SUERAS (CASTELLÓN)



El castillo de Mauz se encuentra en la localidad de Sueras, construido sobre una colina rocosa, a 582 m de altitud. Su planta de 45 m de longitud por 25 m de ancho aproximadamente, se adapta orgánicamente al accidentado relieve de la montaña, dificultando su acceso a la vez que impidiendo recorrer su perímetro exterior. El levantamiento gráfico se realizó mediante fotogrametría SfM, gracias a las imágenes tomadas con una cámara Sony RX100II, montada sobre un dronequad, de la marca Dronetools.

The Mauz Castle is located in the town of Sueras, built on a rocky hill at an altitude of 582 meters. Its floor plan, approximately 45 meters long by 25 meters wide, organically adapts to the rugged mountain terrain, making access difficult while preventing traversal of its exterior perimeter. The graphic survey was conducted using SfM photogrammetry, thanks to images taken with a Sony RX100II camera mounted on a dronequad from Dronetools.

PLANTA (Mauz) / FLOOR PLAN (Mauz)



ALZADO ESTE (Mauz) / EAST ELEVATION (Mauz)

CASTILLO DE BAYREN, GANDÍA (VALENCIA) / BAYREN CASTLE, GANDÍA (VALENCIA)



El castillo de Bayren se sitúa en el cerro de San Juan a 108 m de altitud. Esto hace que algunas partes de la muralla sean consecuencia de la prolongación de las propias rocas que delimitan la cima del cerro, lo que, unido a la gran pendiente de la ladera, imposibilita la aproximación a ellos, ni siquiera el rodear a pie su perímetro para poder hacer una toma de datos adecuada, de ahí se plantea un levantamiento a distancia basado en el uso de fotogrametría a partir de la captura de fotografías tomadas con una cámara Sony RX100II, montada sobre un drondroncequad, de la empresa Dronetools.

Bayren Castle is situated on San Juan Hill at an altitude of 108 meters. This causes some parts of the wall to be extensions of the rocks that delineate the hilltop, which, combined with the steep slope of the hillside, makes it impossible to approach them or even walk around their perimeter to collect adequate data. Therefore, a remote survey is proposed based on the use of photogrammetry, using photographs taken with a Sony RX100II camera mounted on a dronequad from the company



ALZADO OESTE / ELEVATION WEST



PLANTA (Bayren) / FLOOR PLAN (Bayren)

Rodríguez Navarro, P.; Gil Piqueras, T.; Soler Estrela, A. (2024). *Metodologías para el levantamiento gráfico integral de Castillos situados en localizaciones complejas.* En XVI Congreso Internacional de Expresión Gráfica Aplicada a la Edificación (APEGA 2023). (330 - 338). Cuenca, España: edUPV (Universitat Politècnica de València).

BIOCONSTRUCCIÓN Y BIOMATERIALES. MICELIO DE HONGOS, EL BIOMATERIAL SOSTENIBLE DEL FUTURO EN BIOARQUITECTURA

BIOCONSTRUCTION AND BIOMATERIALS: MYCELIUM FUNGUS: THE BIOARCHITURE SUSTAINABLE BIOMATERIAL OF THE FUTURE

Kamilia-Essamhi-Saidi
Arquitecta titulada por la Universidad Politécnica de Cartagena; Máster en prevención de riesgos laborales; y Máster en tecnología de edificación. E-mail: kamilia.essamhi@edu.upct.es
Architect graduated from the Polytechnic University of Cartagena; Master in labor risk Prevention; and Master in building technology. E-mail: kamilia.essamhi@edu.upct.es

Parra, Carlos J.
Dr. Arquitecto, Profesor Titular del área de Construcciones Arquitectónicas. Investigador Principal Grupo de I+D+I Ciencia y Tecnología Avanzada de Construcción (CTAC). Departamento de Arquitectura y Tecnología de Edificación. E-mail: carlos.parra@upct.es
PhD in Architecture, Associate Professor in the field of Architectural Construction. Principal Investigator of the R&D&I Group for Advanced Construction Science and Technology (CTAC). Department of Architecture and Building Technology. E-mail: carlos.parra@upct.es

Miñano, Isabel
Docente: ETSAE, Universidad Politécnica de Cartagena, España. Investigadora Doctora. Departamento de Arquitectura y Tecnología de la Edificación. Grupo de Ciencia y Tecnología Avanzada de Construcción. E-mail: isabel.minano@upct.es
Faculty Member: ETSAE, Polytechnic University of Cartagena, Spain. Doctoral Researcher. Department of Architecture and Building Technology. Advanced Construction Science and Technology Group. E-mail: isabel.minano@upct.es

Mateo, José María
Docente: ETSAE, Universidad Politécnica de Cartagena, España, josem.mateo@upct.es

Benito, Francisco J.
Director del Departamento de Innovación. URDECON (España), fjbenito@urdecon.es

Abstract

Due to the alarming growth rate of the human population, technological improvement is necessary to protect the environment from pollution. Current material production is not creating a circular economy, an economic model that seeks to produce goods and services sustainably, limiting consumption and waste of resources (raw materials, water, and energy). Mushroom-based compounds are a recently implemented technology that meets the economy circular concept. These compounds are made with a complex of fungal mycelium and organic substrates, using fungal mycelium as natural adhesive materials.

The quality of the compound depends on both the type of fungus and the substrate. To ensure the physicochemical properties of the manufactured composite, the mycelium morphology, bimolecular content, density, compressive strength, thermal stability, and hydrophobicity are determined. This compound has proven useful in various applications, such as packaging, architectural design, walls, and insulation. Furthermore, it has unique characteristics in terms of low cost, low emissions, and recyclability.

Keywords
Mycelium, Fungi, Biomaterials, Bioconstruction, Sustainable architecture, Biodegradable, Sustainability, Mycelium blocks, Mycelium incubation, Mycelium colonization, Mycelium hardness, Durability.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

BIOCONSTRUCCIÓN Y BIOMATERIALES. MICELIO DE HONGOS, EL BIOMATERIAL SOSTENIBLE DEL FUTURO EN BIOARQUITECTURA

BIOCONSTRUCTION AND BIOMATERIALS. MYCELIUM FUNGUS, THE BIOARCHITURE SUSTAINABLE BIOMATERIAL OF THE FUTURE

K. Essamhi-Saidi[1] , C. José. Parra-Costa[1], I. De La Paz. Miñano-Belmonte[1], J. M. Mateo[1] ,F.J. Benito[2]
Grupo CTAC. Dpto. Arquitectura y Tecnología de la Edificación, Universidad Politécnica de Cartagena, ETS de Arquitectura y Edificación[1]
Dpto. innovación, URDECON (Murcia)[2]

INTRODUCCIÓN

El crecimiento poblacional y la urbanización acelerada aumentan la demanda de materiales de construcción, generando más residuos y contaminación. Esto plantea la necesidad de avances tecnológicos que permitan satisfacer dichas demandas sin dañar el medio ambiente ni agotar los recursos naturales. Una Solución Sostenible para la Construcción son los ladrillos Biodegradables hechos con Micelio. El micelio es una estructura vegetativa de hongos, compuesta por una red de filamentos llamados hifas. Estos filamentos crecen y se expanden actuando como un aglutinante natural, con la capacidad de unir residuos y formar cuerpos sólidos. Se alimenta de residuos agrícolas y subproductos orgánicos.

INTRODUCTION

Population growth and accelerated urbanization increase the demand for construction materials, generating more waste and pollution. This raises the need for technological advancements that can meet these demands without harming the environment or depleting natural resources. A Sustainable Solution for Construction is Biodegradable Bricks made with Mycelium. Mycelium is a vegetative structure of fungi, composed of a network of filaments called hyphae. These filaments grow and expand, acting as a natural binder with the ability to unite waste and form solid bodies. It feeds on agricultural waste and organic byproducts.

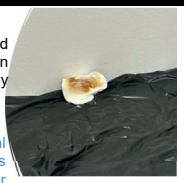


Imagen 1. Micelio de hongo
Image 1. Fungal mycelium

OBJETIVOS

El objetivo principal de esta investigación es evaluar el micelio de hongos para su aplicación en la construcción. Los objetivos específicos se centran en identificar las propiedades del micelio; manipular lo en el laboratorio; caracterizar su estructura microscópica; evaluar sus propiedades mecánicas y durabilidad; y explorar su aplicación en arquitectura mediante un proyecto.

OBJECTIVES

The main objective of this research is to evaluate fungal mycelium for its application in construction. The specific objectives focus on identifying the properties of mycelium; manipulating it in the laboratory; characterizing its microscopic structure; evaluating its mechanical properties and durability; and exploring its application in architecture through a project.

METODOLOGÍA/ METHODOLOGY

La metodología de estudio se ha centrado inicialmente en caracterizar la microestructura del micelio mediante microscopio electrónico de barrido (SEM). Posteriormente, se ha procedido a moldear y transformar el micelio en ladrillos.

The study methodology initially focused on characterizing the mycelium's microstructure using a scanning electron microscope (SEM). Subsequently, the mycelium was molded and transformed into bricks.

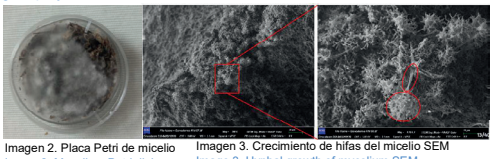


Imagen 2. Placa Petri de micelio
Image 2. Mycelium Petri dish

Imagen 3. Crecimiento de hifas del micelio SEM
Image 3. Hyphal growth of mycelium SEM

EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LADRILLOS DE MICELIO SE DESARROLLA EN CINCO ETAPAS PRINCIPALES

THE PRODUCTION PROCESS OF MYCELIUM BRICKS IS CARRIED OUT IN FIVE MAIN STAGES.

1. Moldeo de micelio
Consiste en fragmentar el sustrato en partículas pequeñas para optimizar la colonización y distribución del micelio dentro de los moldes y facilitar su compactación (Imagen 4).

2. Incubación de micelio
El crecimiento del micelio depende de cuatro factores ambientales clave:
- Humedad: 90% para mantener el micelio hidratado y activo.
- Temperatura: El Ganoderma crece mejor a 26°C.
- Intercambio gaseoso: para la respiración del micelio.
- El micelio debe desarrollarse en completa oscuridad.

3. Desmolde de los bloques
Los bloques se incuban al menos 14 días en el molde. Al desmoldarlos, presentan micelio blanco en la superficie expuesta y marrón en las áreas de contacto con el molde. Según la presión aplicada en el moldeo, se clasifican en bloques rígidos, frágiles o muy frágiles (Imagen 5).

4. Etapa"Out-in"
El proceso de "out-in" consiste en la extracción de las piezas del molde y su posterior reintroducción en una cámara húmeda para permitir que el micelio continúe su colonización. El tiempo de re-incubación varía según el acabado deseado, pudiendo alcanzar incluso hasta seis meses.

5. Proceso de secado
La pieza debe perder el 75% de su peso inicial en estado fresco. El micelio se divide en cuatro muestras A1, A2, A3 y B para experimentar distintas condiciones de incubación y secado. Dos métodos de secado para concluir este proceso:
- **Secado natural** al aire libre, un secado lento y gradual (Muestra A1 con 36 días de incubación). (Imagen 6).
- **Secado con calor** implica acelerar el proceso utilizando calor de un horno eléctrico: Muestra A2 con 36 días de incubación; Muestra A3 con 60 días de incubación; y Muestra B con 46 días de incubación. (Imagen 6).

1. Mycelium Molding
It involves fragmenting the substrate into small particles to optimize the colonization and distribution of the mycelium within the molds and facilitate its compaction (Image 4).

2. Mycelium Incubation
The growth of mycelium depends on four key environmental factors:
- Humidity: 90% to keep the mycelium hydrated and active.
- Temperature: Ganoderma grows best at 26°C.
- Gas Exchange: Essential for mycelium respiration.
- The mycelium must develop in complete darkness.

3. Block Demolding
The blocks are incubated for at least 14 days in the mold. Upon demolding, they exhibit white mycelium on the exposed surface and brown mycelium in the areas that were in contact with the mold. Based on the pressure applied during molding, the blocks are classified as rigid, fragile, or very fragile (Image 5).

4. "Out-in" stage
The "out-in" process involves removing the pieces from the mold and subsequently reintroducing them into a humid chamber to allow the mycelium to continue its colonization. The re-incubation time varies depending on the desired finish, reaching up to six months.

5. Drying process
The piece must lose 75% of its initial weight in its fresh state. The mycelium is divided into four samples A1, A2, A3, and B to experiment with different incubation and drying conditions. Two methods are used to complete this process:
- **Natural Air Drying:** A slow and gradual drying process (Sample A1 with 36 days of incubation). (Image 6).
- **Heat Drying:** This method accelerates the process using heat from an electric oven (Sample A2 with 36 days of incubation, Sample A3 with 60 days of incubation, and Sample B with 46 days of incubation). (Image 6).



Imagen 4. Proceso de producción de ladrillos de micelio (Moldeo y incubación)
Image 4. Production Process of Mycelium Bricks (Molding and incubation)



Imagen 5. Desmolde de los bloques de ladrillo. Image 5. Demolding of the brick blocks.



A1/ A1 A2/ A2 A3/ A3 B/ B

Imagen 6. Proceso de secado de ladrillos de micelio. Image 6. Mycelium brick drying process.

RESULTADOS / RESULTS.

Ensayo de resistencia a compresión/ Compression test.

Los bloques de micelio alcanzaron una presión máxima de 8,25 MPa, un valor que supera la resistencia típica de un ladrillo convencional (5 MPa). Esto indica que se encuentra dentro de un rango aceptable (Imagen 7).

The mycelium blocks reached a maximum pressure of 8.25 MPa, a value that exceeds the typical strength of a conventional brick (5 MPa). This indicates that it falls within an acceptable range. (Image 7).



Imagen7. Ensayo de compresión
Image 7. Compression test.

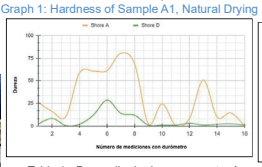
Ensayo de dureza / Hardness test.

Para evaluar la dureza de los bloques, se usaron durómetros Shore A y D, con una escala de 0 a 100. Se realizaron 16 mediciones por muestra. Los resultados muestran variabilidad en la dureza dentro de las muestras, alcanzando en algunas áreas hasta 80.5 HA. Esto sugiere que mejorar el proceso de producción podría aumentar la dureza ver graficas 1, 2, y 3. El promedio indica que la muestra A3 tiene mayor dureza que A1 y A2, mientras que A1 y A2 no presentan diferencias significativas (ver tabla 1).

To evaluate the hardness of the blocks, Shore A and D durometers were used, with a scale ranging from 0 to 100. Sixteen measurements were taken per sample. The results show variability in hardness within the samples, reaching up to 80.5 HA in some areas. This suggests that improving the production process could increase hardness See graphs 1, 2, and 3. The average indicates that Sample A3 has greater hardness compared to A1 and A2, while A1 and A2 show no significant differences (see Table 1).



Gráfica 1: Dureza muestra A1, secado natural
Graph 1: Hardness of Sample A1, Natural Drying



Gráfica 2: Dureza muestra A2, secado horno
Graph 2: Hardness of Sample A2, Oven Drying

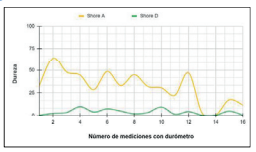
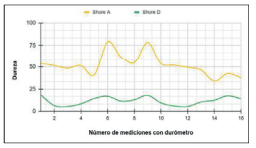


Tabla 1: Promedio de dureza muestra A
Table 1: Average Hardness of Sample A

Muestra	Media Shore A	Media Shore D
A1	30,9	5,8
A2	31,8	3,8
A3	52,3	11,8

Gráfica 3: Dureza muestra A3, secado horno
Graph 3: Hardness of Sample A3, Oven Drying



Acknowledgements This work is part of the training, dissemination, and outreach activities aimed at promoting the exchange of knowledge on circular economy within the construction sector, as part of the project titled: CIRCULAR ECONOMY INNOVATION ECOSYSTEM WITHIN THE CONSTRUCTION SECTOR (ECONOVA-MSC), File EXP - 00167108 / ECO-20241015, and funded by the CENTRE FOR THE DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY (CDTI).

Conclusiones

- El estudio mediante SEM ha permitido visualizar cómo el micelio se integra con el sustrato del que se alimenta para formar un nuevo material sólido, cuyas propiedades mecánicas pueden ser manipuladas y optimizadas
- Los bloques de micelio conseguidos destacan por su ligereza y capacidad de ser compostables. Sin embargo, los ensayos de dureza y compresión muestran una resistencia globalmente baja, evidenciando un considerable margen de mejora.
- Las propiedades del micelio pueden ajustarse modificando factores como el tipo de hongo, el sustrato utilizado y las condiciones de incubación. Estos ajustes permiten optimizar la densidad, resistencia y durabilidad de los bloques de micelio.
- Es un biomaterial biodegradable, de bajo impacto ambiental, que puede ser moldeado y aplicado en diversas soluciones arquitectónicas.
- El micelio, aún poco explorado, ofrece grandes ventajas y un enorme potencial para la innovación, por lo que hay continuar con esta línea de investigación, hasta encontrar el producto ideal con las mejores características posibles.

Conclusions

- The study through SEM has allowed us to visualize how the mycelium integrates with the substrate it feeds on to form a new solid material, whose mechanical properties can be manipulated and optimized.
- The mycelium blocks obtained stand out for their lightness and compostability. However, hardness and compression tests show overall low resistance, highlighting a considerable margin for improvement.
- The properties of mycelium can be adjusted by modifying factors such as the type of fungus, the substrate used, and the incubation conditions. These adjustments allow optimization of the density, resistance, and durability of the mycelium blocks.
- It is a biodegradable biomaterial with low environmental impact that can be molded and applied in various architectural solutions.
- Mycelium, still underexplored, offers significant advantages and immense potential for innovation, so further research should continue until the ideal product with the best possible characteristics is found.

A LUMINESCENT PERMEABLE 3D-PRINTED CONCRETE LANDSCAPE AND ITS CONSTRUCTION METHOD

一種發光透水3D列印混凝土景觀及其建造方法

Ye Yinlin[1,3] , Du Xu[1], Sun Xiaoyan * [1,2], Wang Hailong[1,2]
Zhejiang University[1]; Smart concrete Technology Limited Company[2]; Wenzhou University[3]

Abstract

Translucent concrete is a special concrete material that integrates both mechanical properties and light-transmitting capabilities, commonly used in green buildings and architectural decoration. With the development of landscape architecture and glow-in-the-dark projects, the use of luminescent resin and long-afterglow materials in translucent and permeable concrete has become a new trend in technological development. Compared to translucent concrete, luminescent materials utilize energy storage fluorescence principles to make landscape architecture more energy-efficient, environmentally friendly, and aesthetically pleasing. As urbanization continues to develop, the number of landscape buildings and pavement structures is increasing. To avoid issues like urban flooding, vegetation being submerged, and to enhance the sponge city construction capabilities, permeable concrete has become a research hotspot in recent years, and methods for making permeable concrete using luminescent resin are gradually emerging. The main work of this paper is to explore how to combine current luminescent permeable concrete with 3D printing and digital architectural design, and to develop urban landscape architectural design and construction.

Keywords

3D printing, Lunimiscent, Landscape

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

一种发光透水3D打印混凝土景观椅子及其建造方法

A Luminescent Permeable 3D-Printed Concrete Landscape Chair and Its Construction Method

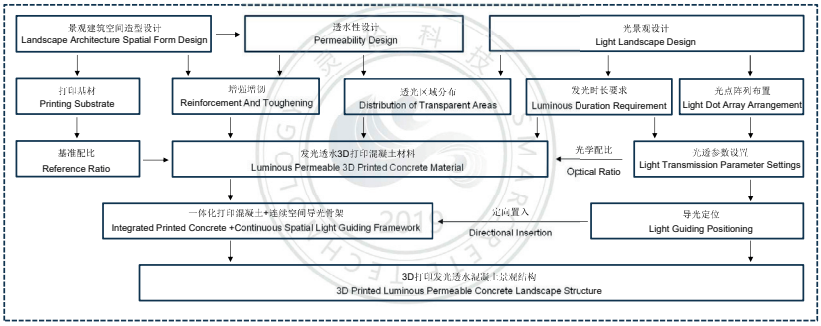
叶银霖[1,3] , 杜叙[1], 孙晓燕 * [1,2], 王海龙[1,2] / Ye Yinlin[1,3] , Du Xu[1], Sun Xiaoyan * [1,2], Wang Hailong[1,2]
浙江大学[1]; 灵砼科技（杭州）有限公司[2]; 温州大学[3] / Zhejiang University[1]; Smart concrete Technology Limited Company[2]; Wenzhou University[3]

研究背景 / Research Background

透光混凝土是一种集力学性能和透光性能于一体的特殊混凝土材料，多用于绿色建筑，建筑装饰领域。由于景观建筑和夜光工程的发展，发光树脂、长余辉材料用于透光透水混凝土成为一种新型技术发展趋势。与透光混凝土相比，发光材料利用储能荧光原理使景观建筑更加节能环保，艺术美观。随**着城市化建**设的不断发展，景观建筑和路面结构越来越多，为避免阴雨环境城市内涝、植被被淹，提升海绵城市建造能力，透水混凝土材料近年成为研究热点，利用发光树脂制作透水混凝土的研究方法也逐渐出现。如何将现阶段的发光透水混凝土与3D打印和数字建筑设计结合，开展城市景观建筑设计与建造。

Translucent concrete is a special concrete material that integrates both mechanical properties and light-transmitting capabilities, commonly used in green buildings and architectural decoration. With the development of landscape architecture and glow-in-the-dark projects, the use of luminescent resin and long-afterglow materials in translucent and permeable concrete has become a new trend in technological development. Compared to translucent concrete, luminescent materials utilize energy storage fluorescence principles to make landscape architecture more energy-efficient, environmentally friendly, and aesthetically pleasing. As urbanization continues to develop, the number of landscape buildings and pavement structures is increasing. To avoid issues like urban flooding, vegetation being submerged, and to enhance the sponge city construction capabilities, permeable concrete has become a research hotspot in recent years, and methods for making permeable concrete using luminescent resin are gradually emerging. The main work of this paper is to explore how to combine current luminescent permeable concrete with 3D printing and digital architectural design, and to develop urban landscape architectural design and construction.

技术路线 / Technical Approach



技术亮点 / Technological Highlights

发光透水城市景观数字设计及智能建造

1、发明了一种发光透水3D打印混凝土材料及其建造方法；
2、建立了根据透光率和透水率对透光骨料和普通骨料的粒径和分布进行空间数字设计的方法；
3、根据景观建造空间造型设计和透水性设计确定增强增韧材料，根据数字设计模型将导光沿阵列方向、条带方向和堆叠方向连接形成连续光导骨架，提出了一体化增材智能建造工艺。

Luminous Permeable Urban Landscape Digital Design and Smart Construction

1. Invented a luminous permeable 3D printed concrete material and its construction method.
2. Developed a method for spatial digital design of the particle size and distribution of transparent aggregates and ordinary aggregates based on light transmission rate and permeability rate.
3. Determined reinforcement and toughening materials based on landscape construction spatial modeling and permeability design. The light guiding is connected along the array direction, strip direction, and stacking direction to form a continuous light guiding framework. An integrated additive smart construction process was proposed.

发明专利 / Invention Patent

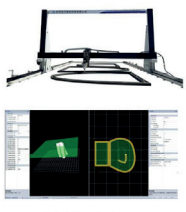


工程示范 / Engineering Demonstration

材料构成 / MATERIALS

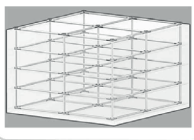


3D打印设备 / EQUIPMENTS



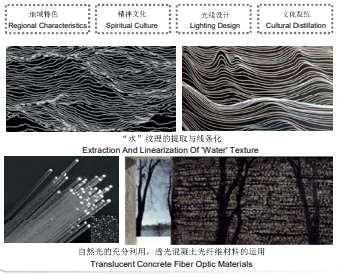
GI-3dprt-c1

透水结构 PERMEABLE STRUCTURE

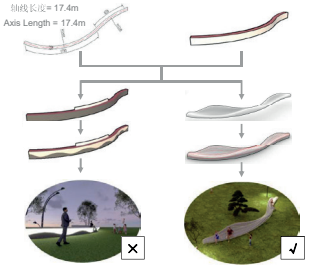


设计理念 / DESIGN CONCEPT

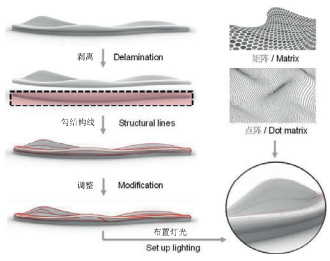
元素提取 / ELEMENT EXTRACTION



形体生成逻辑 / FORM GENERATION LOGIC

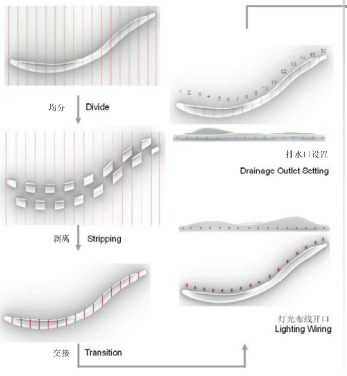


表皮纹理及光源矩阵布置 / SURFACE TEXTURE

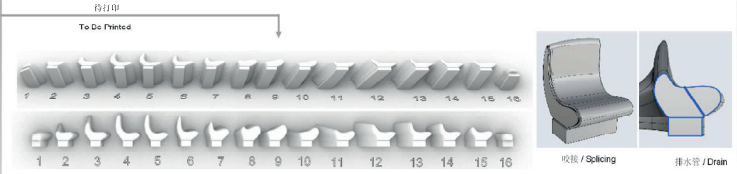


技术细节 / TECHNICAL DETAILS

拆分步骤 / STEPS BREAKDOWN



模块设计 / MODULE DESIGN



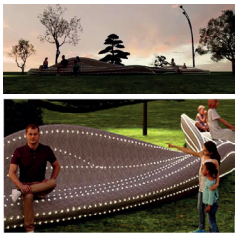
打印过程 / PRINTING PROCESS



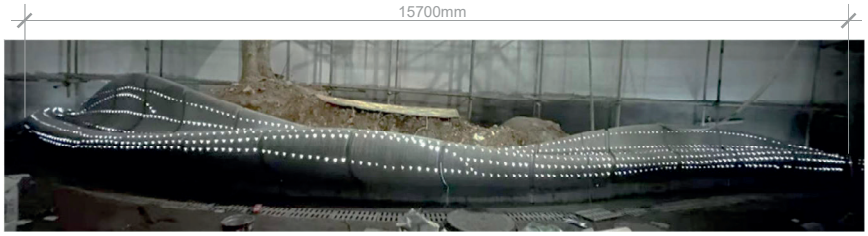
运输&安装 / TRANSPORTATION & INSTALLATION



设计效果 / DESIGN RENDERING



施工效果 / CONSTRUCTION RESULT



©2025, ETS de Ingeniería de Edificación, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA - 252

LA FIBRA DE COCO EN MATRIZ DE MORTERO

COCONUT FIBRE IN MORTAR MATRIX

Gina Isabel San Andrés Zevallos
Research professor at the San Gregorio University, Portoviejo, Ecuador. Full professor in the Architecture Department. Civil Engineer, Master's in Environmental Management, PhD. in Research on Cities and Landscape by the University of Basilicata, Italy. E-mail: gisanandres@sangregorio.edu.ec

Javier Chonillo Portés
Research professor at the San Gregorio University, Portoviejo, Ecuador. Architect. Master's in Territorial Planning and Environmental Management (UB), Master's in Advanced Architecture (UPV). E-mail: jchonillo@sangregorio.edu.ec

Joseph Jamil Cedeño Palacios
Architecture Student USGP, Ecuador. E-mail: e.jjcedeno3@sangregorio.edu.ec

Melina Merislexi Villacreses López
Architecture Student USGP, Ecuador. E-mail: e.mmvillacreses@sangregorio.edu.ec

Abstract

In Ecuador, coconut waste is a persistent problem, especially in the cities of Rocafuerte and Portoviejo. Due to the lack of adequate management and classification of these wastes, most of them end up in landfills or are incinerated. Studies on the characteristics of coconut waste and its use in various composite material matrices have shown the capacity of coconut fibre to optimise the mechanical, thermal and acoustic characteristics of new composite materials. Based on this, it was proposed to experimentally investigate the incorporation of coconut fibre in the mortar matrix, the incorporation of the fibre in the matrix composed of cement, sand, water and coconut fibre, with a dosage of 1:3. The variables being studied are the length and dosage of the fibre. Among the main results, the contribution of coconut fibre in the flexural strength was identified.

Keywords

Coconut fibre, mortars, mechanical strength, composite material.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

LA FIBRA DE COCO EN MATRIZ DE MORTERO
COCONUT FIBRE IN MORTAR MATRIX

Gina San Andrés Zevallos[1]
Dra. Ingeniera Civil. Profesora Investigadora
Universidad San Gregorio de Portoviejo, Ecuador
PhD. Civil Engineer. Research Professor USGP, Ecuador

Javier Chonillo Portés[2]
Arquitecto. Profesor Investigador
Universidad San Gregorio de Portoviejo, Ecuador
Architect. Research Professor USGP, Ecuador

Joseph Cedeño Palacios[3]
Estudiante de Arquitectura
Universidad San Gregorio de Portoviejo, Ecuador
Architecture Student USGP, Ecuador

Melina Villacreses López[4]
Estudiante de Arquitectura
Universidad San Gregorio de Portoviejo, Ecuador
Architecture Student USGP, Ecuador

INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION

La gestión de residuos agroindustriales, como los generados por la producción de coco en la provincia de Manabí, Ecuador, representa un desafío significativo debido a la ausencia de estrategias eficientes de valorización. En los cantones de Rocafuerte, Portoviejo y Manta, la mayor parte de estos desechos, compuestos principalmente por fibra y endocarpio, son eliminados sin un aprovechamiento óptimo. Estudios han caracterizado sus propiedades morfológicas, físicas, químicas y térmicas mediante microscopía electrónica de barrido (SEM), fluorescencia de rayos X (FRX), termogravimetría (TGA) y calorimetría diferencial de barrido (DSC); para identificar la estructura, composición, comportamiento mecánico y térmico de la fibra, estableciendo su idoneidad para aplicaciones en matrices de materiales compuestos como cementarías y poliméricas. La integración de estos residuos en materiales de construcción puede contribuir a la reducción del impacto ambiental, mejorar propiedades mecánicas y fomentar un modelo de economía circular en el sector. Esta investigación se enfocó en evaluar experimentalmente la incorporación de la fibra de coco en el mortero de cemento, con el objetivo de analizar su influencia en la resistencia a la flexión y compresión. Para ello, se llevaron a cabo distintos procesos de preparación, tratamiento y ensayo de muestras, explorando cómo la variación en la cantidad y longitud de la fibra afecta las características finales de los materiales.

The management of agro-industrial waste, such as that generated by coconut production in Manabí, Ecuador, represents a significant challenge due to the absence of efficient valorisation strategies. In the cantons of Rocafuerte, Portoviejo and Manta, most of these wastes, mainly composed of fibre and endocarp, are disposed of without optimal utilisation. Studies have characterised their morphological, physical, chemical and thermal properties by scanning electron microscopy (SEM), X-ray fluorescence (XRF), thermogravimetry (TGA) and differential scanning calorimetry (DSC); to identify the structure, composition, mechanical and thermal behaviour of the fibre, establishing its suitability for applications in composite matrices such as cementitious and polymeric materials. The integration of these wastes into construction materials can contribute to the reduction of environmental impact, improve mechanical properties and foster a circular economy model in the sector. This research focused on experimentally evaluating the incorporation of coconut fibre in cement mortar, with the aim of analysing its influence on flexural and compressive strength. For this purpose, different sample preparation, treatment and testing processes were carried out, exploring how the variation in the amount and length of the fibre affects the final characteristics of the materials.

PLAN EXPERIMENTAL/ EXPERIMENTAL PLAN

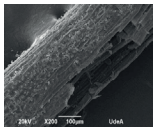
Materiales / Materials

Fibra de coco / Coconut fibre

Las muestras de las fibras para la caracterización de las propiedades físicas, químicas, mecánicas, térmicas y morfológicas provienen de los tipos de coco: Manila, Manilón, Híbrido y Criollo, tomadas aleatoriamente. En la caracterización morfológica, la fibra de coco tiene una estructura escamosa con formaciones internas tubulares yuxtapuestas e hileras de copos de silicio. Fig.1 Sus propiedades físicas incluyen una longitud media de 196 mm (±1 mm), diámetro promedio de 0.31 mm (±0.08 mm) y un peso específico de 0.69 g/cm³. Mecánicamente, alcanza una resistencia a la tracción de 228 MPa (±99 MPa) y un módulo de elasticidad de 3.03 GPa (±0.26 GPa), características que la hacen viable para refuerzos en materiales compuestos.

En términos térmicos, el análisis TGA indica una degradación progresiva de la fibra, con pérdidas de humedad del 3% a 63 °C, degradación de la hemicelulosa en un 15% a 273 °C y descomposición de la celulosa en un 35% a 330 °C. El análisis DSC muestra un flujo endotérmico hasta los 400 °C, con picos térmicos a 153 °C y 224 °C, lo que evidencia la presencia de material amorfo y una transición de fase de sólido a gas a 14.4 W/g.

El análisis FRX revela la presencia de óxidos como CaO, SiO_2, SO_3, Al_2O_3, Fe_2O_3, MgO, P_2O_5 y K_2O, con mayor concentración en muestras calcinadas a 600 °C y 650 °C. Estos componentes inorgánicos sugieren un alto potencial para su integración en materiales cementicios. Su combinación de resistencia mecánica, estabilidad térmica y baja densidad la convierte en una alternativa sostenible para la industria de la construcción y el desarrollo de materiales avanzados.



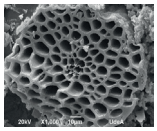


Fig. 1 Imágenes del SEM, fibra de coco
Fig. 1 SEM images, coconut fibre [11]

The fibre samples for the characterisation of physical, chemical, mechanical, thermal and morphological properties came from the following types of coconut: Manila, Manilon, Hybrid and Criollo, taken at random. In the morphological characterisation, the coconut fibre has a flaky structure with juxtaposed tubular internal formations and rows of silica flakes. Fig.1 Its physical properties include an average length of 196 mm (±1 mm), average diameter of 0.31 mm (±0.08 mm) and a specific weight of 0.69 g/cm³. Mechanically, it achieves a tensile strength of 228 MPa (±99 MPa) and a modulus of elasticity of 3.03 GPa (±0.26 GPa), characteristics that make it viable for reinforcement in composite materials.

In thermal terms, TGA analysis indicates a progressive degradation of the fibre, with moisture losses of 3% at 63 °C, hemicellulose degradation by 15% at 273 °C and cellulose decomposition by 35% at 330 °C. DSC analysis shows endothermic flow up to 400 °C, with thermal peaks at 153 °C and 224 °C, evidencing the presence of amorphous material and a solid-to-gas phase transition at 14.4 W/g.

XRF analysis reveals the presence of oxides such as CaO, SiO_2, SO_3, Al_2O_3, Fe_2O_3, MgO, P_2O_5 and K_2O, with higher concentration in samples calcined at 600 °C and 650 °C. These inorganic components suggest a high potential for integration into cementitious materials. Its combination of mechanical strength, thermal stability and low density makes it a sustainable alternative for the construction industry and the development of advanced materials.

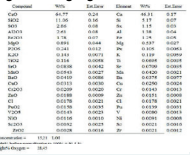
Cemento / Cement

Se identificó la composición química del cemento Gu, Tabla 1, que se utilizó para las muestras el mortero con fibra de coco; el ensayo de Fluorescencia de rayos X (FRX) con el equipo Thermi ARL Optim´XWDXRF, es un tipo de análisis semicuantitativo con el software Uniquant y las condiciones del análisis fueron, humedad 41% y temperatura 24.7 ºC, el peso de la masa analizada 18000mg.

The chemical composition of Gu cement was identified, Table 1, which was used for the coconut fibre mortar samples; the X-ray Fluorescence (XRF) test with the Thermi ARL Optim'XWDXRF equipment is a type of semi-quantitative analysis with Uniquant software and the analysis conditions were 41% humidity and temperature 24.7 ºC, the weight of the mass analysed was 18000mg.

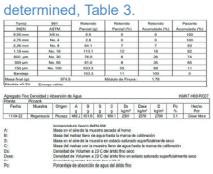
Arena/ Sand

Respecto a los agregados finos utilizados para la mezcla de mortero más fibra de coco, se procedió a realizar los ensayos de granulometría, Tabla 2, obteniendo además la curva granulométrica Fig. 2. Además, se determinó la densidad y absorción de agua del agregado fino, Tabla 3.



Tab 1. Composición química de cemento Portland
Tab 1. Chemical composition of Portland cement

Regarding the fine aggregates used for the mortar mix plus coconut fibre, the granulometry tests were carried out, Table 2, also obtaining the granulometric curve Fig. 2. In addition, the density and water absorption of the fine aggregate were determined, Table 3.



Tab 2. Granulometría agregado fino
Tab 2. Granulometry of fine aggregate

Tab 3. Densidad y absorción de agua
Tab 3. Density and water absorption

Proceso de elaboración de la matriz de mortero / Mortar matrix development process

El desarrollo del mortero se llevó a cabo en tres fases:

Fase 1: Limpieza. El proceso de limpieza y secado, para favorecer la adherencia de la fibra a los compuestos del mortero, consistió en limpiar la fibra con agua, luego es sumergida por 48h en una solución acuosa de hidróxido de sodio de 1,6 mol/l; las fibras resultantes se vuelven a sumergir en una solución con ácido acético 100ml por 4h., una vez limpia la fibra se esparce en una superficie seca y libre, expuesta al sol por 48h aproximadamente. Para culminar el proceso de secado y eliminar la humedad, la fibra ingresa al horno a 100ºC por 48 h. La fibra debe quedar libre de impurezas para proceder a cortarla en tres longitudes diferente 1cm, 3cm y 5cm.

The development of the mortar was carried out in three phases:

Phase 1: Cleaning. The cleaning and drying process, to favour the adherence of the fibre to the mortar compounds, consisted of cleaning the fibre with water, then it is immersed for 48h in an aqueous solution of sodium hydroxide of 1.6 mol/l; the resulting fibres are again immersed in a solution with acetic acid 100ml for 4h, once cleaned the fibre is spread on a dry and free surface, exposed to the sun for approximately 48h. [2] [6]. To complete the drying process and eliminate the humidity, the fibre is placed in an oven at 100ºC for 48 hours. The fibre must be free of impurities in order to proceed to cut it into three different lengths: 1cm, 3cm and 5cm.

Fase 2: Dosificación. El mortero más fibra de coco, está compuesto por el cemento Portland, agregado fino con una combinación de arena homogenizada y arena de duna, más agua, la dosificación de la base del mortero es 1:3 y la relación agua/cemento de 0.5, además la incorporación de la fibra se la propone en tres proporciones en función del peso del cemento, a 2%, 3% y 4%, Tabla 4

Phase 2: Dosage. The mortar plus coconut fibre is composed of Portland cement, fine aggregate with a combination of homogenised sand and dune sand, plus water, the dosage of the mortar base is 1:3 and the water/cement ratio is 0.5, in addition the incorporation of the fibre is proposed in three proportions according to the weight of the cement, at 2%, 3% and 4%, Table 4.

Componentes	Peso (gr)
Cemento Portland	150,00
Arena	450,00
Agua	75,00
Fibra de coco 0%	0,00
Fibra de coco 2%	3,00
Fibra de coco 3%	4,50
Fibra de coco 4%	6,00

Tab 4. Diseño de mezcla de mortero más fibra de coco

Components	Weight (gr)
Portland cement	150,00
Sand	450,00
Water	75,00
Fiber coconut 0%	0,00
Fiber coconut 2%	3,00
Fiber coconut 3%	4,50
Fiber coconut 4%	6,00

Tab 4. Mix design of mortar plus coconut fibre

Fase 3: Ensayos / Phase 3: Testing

Se ensayaron 90 cubos y 90 vigas para evaluar la resistencia a compresión y flexión. Para la prueba de resistencia a compresión se realizaron 90 cubos de 5x5x5cm, Fig. 3a, según la norma ASTM C109.

Ninety cubes and 90 beams were tested to evaluate the compressive and flexural strength. For the compressive strength test, 90 cubes of 5x5x5cm, Fig. 3a, were made according to ASTM C109.

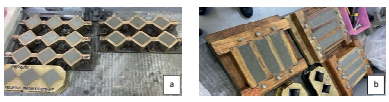


Fig. 3. Muestras de especímenes para pruebas de compresión y tracción de mortero
Fig. 3. Specimen samples for compressive and tensile testing of mortar

Para la prueba de resistencia a flexión se realizaron 90 prismas de 5x5x20cm, Fig. 3b, según la norma ASTM C348, con una dosificación 1:3 y con las 3 variables de porción de fibra de coco 2%, 3%, 4% y la longitud de 1 cm de fibra, las pruebas de resistencias se las llevó a cabo los días 7, 14, y 28, en cada uno de estos días se ensayaron 3 prismas de muestras.

For the flexural strength test, 90 prisms of 5x5x20cm, Fig. 3b, according to ASTM C348, with a 1:3 dosage and with the 3 variables of coconut fibre portion 2%, 3%, 4% and the length of 1 cm of fibre, the strength tests were carried out on days 7, 14, and 28, on each of these days 3 prisms of samples were tested.

RESULTADOS / RESULTS

Los resultados de los ensayos mecánicos del mortero indicaron que la incorporación de fibra de coco favoreció a la resistencia a la flexión, obteniendo una resistencia de 1.05 MPa con 3% de fibra y 5 cm de longitud, en comparación con 1.01 MPa del mortero base. En términos de resistencia a la compresión, el mortero base alcanzó 6.21 MPa, mientras que con 3% de fibra y 3 cm llegó a 5.35 MPa, siendo mayor en el mortero base. Se sugiere que el mortero con fibra de coco sea utilizado como mortero de pega y enlucidos. Tabla 5.

The results of the mechanical tests of the mortar indicated that the incorporation of coconut fibre favoured the flexural strength, obtaining a strength of 1.05 MPa with 3% fibre and 5 cm in length, compared to 1.01 MPa for the base mortar. In terms of compressive strength, the base mortar reached 6.21 MPa, while with 3% fibre and 3 cm it reached 5.35 MPa, being higher in the base mortar. It is suggested that the coconut fibre mortar should be used as a mortar for grouting and plastering. Table 5.



Tab 5. Resultado de ensayos de resistencia a compresión y tracción
Tab 5. Results of compressive and tensile strength tests

Este estudio aporta importantes implicaciones a la industria de la construcción, demostrando que los residuos agroindustriales, como la fibra de coco, pueden utilizarse para mejorar las características mecánicas a flexión de los materiales de construcción, promoviendo así la sostenibilidad ambiental y el reciclaje.

This study has important implications for the construction industry, demonstrating that agro-industrial wastes, such as coconut fibre, can be used to improve the flexural mechanical characteristics of building materials, thus promoting environmental sustainability and recycling.

SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN EN ESTRUCTURAS, CAMINO A UN DESARROLLO SOSTENIBLE. UNA APROXIMACIÓN AL TEMA

MONITORING SYSTEMS, THE WAY TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT. A FIRST REFLECTION

Ana Martínez-Ibernón
Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Isabel Gasch Molina
Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València. E-mail: igasch@mes.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: igasch@mes.upv.es
Josep Ramon Lliso-Ferrando
Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València. Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. E-mail: jollife2@arq.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: jollife2@arq.upv.es
Pablo Monzón Bello
Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. E-mail: pabmonb1@csa.upv.es
Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: pabmonb1@csa.upv.es
José Manuel Gandía-Romero
Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València. Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. E-mail: joganro@csa.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: joganro@csa.upv.es
Manuel Valcuende Payá
Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es
Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es

Abstract

In the current socio-economic context, the sustainable development of cities is a very important objective. In achieving this goal, the extension of the service life of structures plays a key role, as it saves resources, reduces the carbon footprint and reduces construction and demolition waste. Indirectly, as construction is an energy-intensive industry, increasing the service life of structures leads to a reduction in energy consumption and heat emissions; two of the main objectives in the European Union's new research and innovation framework programme Horizon 2030.
Monitoring systems are one of the most effective measures to achieve the extension of the service life of structures, which, as mentioned before, improves sustainability in the building sector. Furthermore, these systems will allow intervention in the structures before the active development of a durability lost cause, which means that the actions to be carried out on the buildings will be of lesser importance and therefore, of lower economic and material resources cost. In the case of Reinforced Concrete (RC) and Prestressed Concrete (PC) structures, the development of efficient and long-lasting monitoring systems is still a challenge. The aim of this work is to show a first approximation of the potential of implementing efficient monitoring systems in this type of structures, from an economic and environmental point of view.

Keywords
Sensors, monitoring, durability, concrete

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN EN ESTRUCTURAS, CAMINO A UN DESARROLLO SOSTENIBLE. UNA APROXIMACIÓN AL TEMA

MONITORING SYSTEMS, THE WAY TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT. A FIRST REFLECTION

A. Martínez-Ibernón[1,2] , I. Gasch Molina[1], J.R. Lliso Ferrando[1,2], P. Monzón Bello [2], J.M. Gandía-Romero[1,2], M. Valcuende Payá[2].
Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico de la Universitat Politècnica de València[1]. Dpto. Construcciones Arquitectónicas de la Universitat Politècnica de València[2]

LOS SISTEMAS DE MONITARIZACIÓN IMPLEMENTADOS EN ESTRUCTURAS PERMITEN CONOCER EN TIEMPO REAL EL ESTADO DE LA MISMA.

THE MONITORING SYSTEMS IMPLEMENTED IN STRUCTURES ALLOW THE STATE OF THE STRUCTURE TO BE KNOWN IN REAL TIME.

Para conseguir un sistema apropiado de monitorización, se pueden definir los siguientes puntos de compromiso del sistema:

- **Capacidad del sistema.** Se refiere a la capacidad de detección y estimación de la presencia de daño o de agentes agresivos en la estructura y a la precisión en la prognosis y predicción de la vida útil de la estructura.
- **Simplicidad del sistema.** En este punto se evalúa la complejidad de los sensores utilizados, la complejidad de la señal aplicada y la interpretación de la respuesta.
- **Simplicidad del circuito auxiliar.** Se analiza la complejidad del circuito requerido en la producción del sistema, la complejidad de su instalación y la autonomía.
- **Disponibilidad del material y coste.** Se debe tener en cuenta la disponibilidad de los materiales necesarios para construir el sistema y su coste.
- **Eficiencia energética.** En este punto se evalúa los requisitos de energía necesarios para la operación del sistema.

To achieve an appropriate monitoring system, the following control points can be defined:

- **System capability.** This refers to the ability to detect and estimate the presence of damage or aggressive agents in the structure and the accuracy in the prognosis and prediction of the structure's service life.
- **Simplicity of the system.** This point evaluates the complexity of the sensors used, the complexity of the signal applied and the interpretation of the response.
- **Simplicity of the auxiliary circuit.** The complexity of the circuit required in the production of the system, the complexity of its installation and autonomy are analysed.
- **Availability of material and cost.** The availability of the materials needed to make the system and their cost must be taken into account.
- **Energy efficiency.** This point evaluates the energy requirements necessary for the operation of the system.

El mayor volumen de estructuras a nivel mundial están fabricadas con hormigón armado (HA) o con hormigón pretensado (HP), debido a su compromiso entre durabilidad, versatilidad y bajo coste en comparación con otros materiales.

The largest volume of structures worldwide are made of reinforced concrete (RC) or prestressed concrete (PC), due to its compromise between durability, versatility and low cost compared to other materials.

ANÁLISIS DEL AHORRO ECONÓMICO POTENCIAL / ANALYSIS OF POTENTIAL ECONOMIC SAVINGS

El ahorro económico que se puede conseguir mediante la implementación de sistemas de monitorización viene directamente relacionado con las intervenciones a realizar en caso de fallo de la estructura, total o parcial.

The economic savings that can be achieved through the implementation of monitoring systems are directly related to the interventions to be carried out in the event of total or partial failure of the structure.

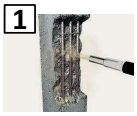
El análisis se hizo considerando la principal causa de perdida de durabilidad en las estructuras de HA y HP que es la corrosión de las armaduras.
The analysis was done considering the main cause of loss of durability in RC and PC structures, which is corrosion of the reinforcement bars.

ESTRUCTURAS CON CORROSIÓN ACTIVA, SIN SISTEMA DE MONITORIZACIÓN, cuando se detecta la corrosión pueden darse las siguientes circunstancias:

1) Ataque controlado en zonas específicas reparación parcial
2) Ataque en zonas específicas de la estructura que comprometen el comportamiento global de la misma y por tanto deben ser reforzadas.
3) Ataque generalizado o parcial de la estructura que compromete seriamente el comportamiento de la estructura. Esta no puede ser ni reparada, ni reforzada, ha llegado al final de su vida útil y debe ser demolida.

STRUCTURES WITH ACTIVE CORROSION, WITHOUT MONITORING SYSTEM, when corrosion is detected, the following circumstances may occur:

1) Controlled attack in specific areas→ partial repair
2) Attack in specific areas of the structure that compromise the overall performance of the structure and therefore need to be reinforced.
3) Widespread or partial attack of the structure which seriously compromises the performance of the structure. The structure cannot be repaired or reinforced, has reached the end of its useful life and must be demolished.







ESTRUCTURAS CON SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN, el ataque de agentes agresivos se podrá controlar previamente a que se desarrolle el fenómeno de corrosión activa, limitando las intervenciones a REPARACIONES MENORES (por ejemplo, en el caso de detectar la carbonatación del hormigón se utilizarían revestimientos anti carbonatación para frenar el avance de la misma).

STRUCTURES WITH MONITORING SYSTEMS, the attack of aggressive agents can be controlled before the active corrosion phenomenon develops, limiting interventions to MINOR REPAIRS (for example, in the case of detecting carbonation of the concrete, anti-carbonation coatings would be used to slow down the advance of carbonation).



El sistema de monitorización permitirá detectar los agentes agresivos antes de que se produzca la corrosión activa.
The monitoring system will make it possible to detect aggressive agents before active corrosion occurs..

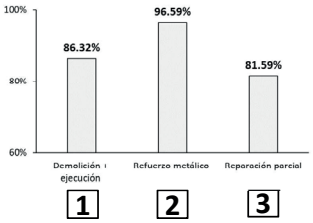
RESULTADOS/ RESULTS

Según costes definidos por el Instituto Valencià de l'Edificació (IVE) en su Base de Datos de Construcción (BDC) para el 2022 (BDC IVE 2022) se calculó el porcentaje de **AHORRO ECONÓMICO** que supone una reparación simple frente a las opciones cuando existe corrosión activa de la armadura.

According to the costs defined by the *"Instituto Valencià de l'Edificació (IVE)"* in its Construction Database (BDC) for 2022 (BDC IVE 2022), the percentage of ECONOMIC SAVINGS of a simple repair compared to the options when there is active corrosion of the reinforcement was calculated.

En la gráfica se observa como el porcentaje de ahorro en las medidas de reparación en caso de que la estructura se esté monitorizando es siempre superior al 80%.

The graph shows that the percentage of savings in repair measures, in case the structure is being monitored, is always higher than 80%.



ANÁLISIS DEL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL / ENVIRONMENTAL IMPACT ANALYSIS

IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN / IMPACT OF THE CONSTRUCTION SECTOR ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Las emisiones de CO_2 procedentes del funcionamiento de los edificios y de los materiales utilizados en su construcción representan alrededor del **37% de las emisiones mundiales relacionadas con la energía y los procesos**.

CO2 emissions from the use of buildings and the materials used in their construction account for about **37% of global energy and process-related emissions.**

Source: 2022 Global Status Report for Buildings and Construction

La Unión Europea genera más de 2.500 millones de toneladas de residuos al año. ***Los residuos de construcción y demolición son los primeros productores de residuos, con un 36% del total.***

The European Union generates more than 2.5 billion tonnes of waste per year. ***Construction and demolition waste is the largest waste producer, accounting for 36% of the total.***

Fuente: Eurostat

La **construcción es uno de los mayores consumidores de materias primas** (el flujo de materiales estimado según datos de EUROSTAT es del 33% del total consumido en Europa en 2020).

Construction sector is one of the largest consumers of raw materials (the estimated material flow according to EUROSTAT data is 33% of the total consumed in Europe in 2020).

J.A. Malik, Ecological and Health Effects of Building Materials, 2022. https://doi.org/10.1007/978-3-030-76073-1



LOS SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN DETECTAN LOS AGENTES AGRESIVOS ANTES DE QUE SE DESARROLLE EL PROBLEMA QUE CAUSA LA PERDIDA DE DURABILIDAD.

MONITORING SYSTEMS DETECT AGGRESSIVE AGENTS BEFORE THE PROBLEM CAUSING THE LOSS OF DURABILITY DEVELOPS..

AUMENTAN LA VIDA ÚTIL DE LAS ESTRUCTURAS:

Por lo que el alargamiento de la vida útil de los edificios, reduciendo el número y envergadura de las intervenciones a realizar en los mismos para preservar y/o alargar su durabilidad reducirá en gran medida el peso del sector en la producción de residuos, emisión de contaminantes y el consumo de materias

INCREASING THE SERVICE LIFE OF STRUCTURES:

Therefore, extending the service life of buildings, reducing the number and scale of interventions to be carried out on them to preserve and/or extend their durability will greatly reduce the sector's weight in the production of waste, emission of pollutants and consumption of materials.

CONCLUSIÓN/ CONCLUSIONS

La instalación de sistemas de monitorización eficaces en las estructuras de HA y HP podría suponer un ahorro económico del 80% en intervenciones de reparación realizadas durante la vida útil del edificio, además **EL AUMENTO DE LA VIDA ÚTIL DE LAS ESTRUCTURAS** da lugar a una reducción en el consumo de energía, de las emisiones de calor y del consumo de materias primas, objetivos principales en el nuevo programa marco de investigación e innovación de la Unión Europea Horizonte 2030.

The implementation of effective monitoring systems in RC and PC structures could lead to financial savings of 80% in repair interventions during the lifetime of the building, and INCREASING THE LIFETIME OF STRUCTURES leads to a reduction in energy consumption, heat emissions and raw material consumption, which are major objectives in the European Union's new framework programme for research and innovation Horizon 2030.

ESTIMACIÓN DE LA RESISTIVIDAD ELÉCTRICA MEDIANTE SISTEMAS SENSOR EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO

ESTIMATION OF ELECTRICAL RESISTIVITY USING SENSOR SYSTEMS IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

Ana Martínez-Ibernón
Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: anmarib@arqt.upv.es
Isabel Gasch Molina
Investigadora en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València. E-mail: igasch@mes.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. E-mail: igasch@mes.upv.es
Josep Ramon Lliso-Ferrando
Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València. Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. E-mail: jollife2@arq.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: jollife2@arq.upv.es
Rocio Exposito Herndez
Estudiante de Doctorado en el Programa de Doctorado en Química. Universitat Politècnica de València. E-mail: rociopobla20@gmail.com
PhD student, Doctoral Program in Chemistry, Universitat Politècnica de València. E-mail: rociopobla20@gmail.com
José Manuel Gandía-Romero
Investigador en el Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM). Universitat Politècnica de València. Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. E-mail: joganro@csa.upv.es
Researcher in the Institute for Molecular Recognition and Technological Development (IDM), Universitat Politècnica de València. Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: joganro@csa.upv.es
Manuel Valcuende Payá
Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es
Department of Architectural Constructions, Universitat Politècnica de València. E-mail: mvalcuen@csa.upv.es

Abstract

The monitoring of reinforced concrete structures is essential to ensure their durability, safety, and functionality throughout their service life, especially within the framework of sustainable development. These structures, which are fundamental pillars of modern infrastructure, are subject to deterioration processes such as reinforcement corrosion caused by environmental and chemical factors. This deterioration not only compromises structural safety but also leads to high maintenance and rehabilitation costs, as well as environmental impacts due to the use of materials and energy for repairs. In this context, the implementation of sensor systems for the evaluation and monitoring of critical parameters, such as the electrical resistivity of concrete, has emerged as a promising tool. Electrical resistivity is a key indicator of concrete's condition, as it is related to the presence of moisture, ion concentration, and corrosion progression. Models based on the response of sensor systems enable accurate and real-time estimation of this parameter, supporting the development of preventive maintenance strategies and resource optimization. Moreover, this technology reduces the need for destructive testing and promotes the extension of structures' service life, aligning with sustainability principles by minimizing environmental impact and maximizing efficiency in the use of materials and energy.

Keywords
Electrical resistivity, sensors systems, reinforced concrete structures, monitoring

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

ESTIMACIÓN DE LA RESISTIVIDAD ELÉCTRICA MEDIANTE SISTEMAS SENSOR EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO

ESTIMATION OF ELECTRICAL RESISTIVITY USING SENSOR SYSTEMS IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

A. Martínez-Ibernón[1,2], I. Gasch Molina[1], J.R. Lliso Ferrando[1,2], R. Exposito Hernandez[3], J.M. Gandía-Romero[1,2], M. Valcuende Payá[2]
Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico de la Universitat Politècnica de València[1]. Dpto. Construcciones Arquitectónicas de la Universitat Politècnica de València[2]. Estudiante Programa de Doctorado en Química, Universitat Politècnica de València[3].

INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION:

CORROSIÓN DE LAS ARMADURAS EN LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO / REBARS CORROSION IN REINFORCEMENT CONCRETE STRUCTUES

PRINCIPAL CAUSA DE PERDIDA DE DURABILIDAD / MAINLY CAUSE OF DURABILITY LOST

Para reducir los daños causados e incluso evitar el desarrollo activo de este fenómeno será necesario tanto conocer las causas que lo desencadenan como las causas que lo condicionan / To reduce the damage caused and even prevent the active development of this phenomenon, it will be necessary to know both the causes that trigger it and the causes that condition it.

UNO DE LOS PRINCIPALES FACTORES CONDICIONANTES / ONE OF THE MAINLY CONDITIONING FACTOR

RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DEL HORMIGÓN/ CONCRETE ELECTRIC RESISTIVITY

Resistencia específica de cada hormigón para oponerse al paso de una corriente iónica. /Specific resistance of each concrete to oppose the passage of an ionic current.

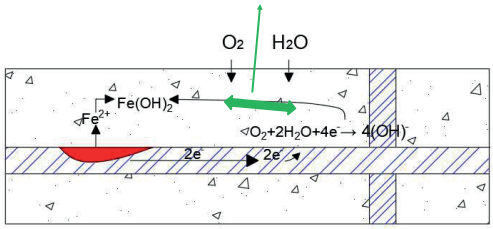
Depende de /Depend on:

- **Red porosa del hormigón / Porous network of concrete**
- **Humedad / Humidity**
- **Temperatura/ Temperature**
- **Contenido de sales/ Salts content**
- **pH / pH**

Influye en la cinética del proceso de corrosión/ It influences the kinetics of the corrosion process.

RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DEL HORMIGÓN/ CONCRETE ELECTRIC RESISTIVITY

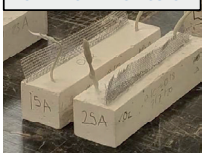
FAVORECE LA CINÉTICA DE LA REACCIÓN DE CORROSIÓN/ IT PROMOTES THE KINETICS OF THE CORROSION REACTION



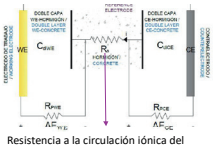
POR TANTO SERÁ IMPORTANTE PODER MONITORIZAR ESTA VARIABLE EN LAS EHA/ THEREFORE, IT WILL BE IMPORTANT TO MONITOR THIS VARIABLE IN THE RCS

EXPERIMENTAL / EXPERIMENTAL:

PROBETAS CON SENSORES/ SAMPLES WITH SENSORS



Empleando la Espectroscopía de Impedancia (EI) en el rango de frecuencias barrido comprendido entre 100000 Hz hasta 1000 Hz con un valor de tensión eficaz de 10 mV, se obtuvo el valor de Rs que se utiliza para corregir el efecto de la caída óhmica en los voltagramas obtenidos con CV. Para el cálculo de Rs se ha utilizado la analogía del circuito simple de Randles (Rs-Rp/Cdl) / The Rs value (1) was obtained by means of IS, which was employed to correct the ohmic drop effect in the voltagrams obtained with CV. The sweep frequencies range went from 100,000 Hz to 1,000 Hz. The sweep at high frequencies was justified by being similar to the simple Randles circuit (Rs-Rp/Cdl). The efficient value of the applied signal was 10 mV.



Resistencia a la circulación iónica del hormigón / Resistance to the ionic flow of concrete

Se utilizaron 5 tipos de hormigones convencionales sin adiciones: de muy baja durabilidad (MBD): a/c=0.9 y a/c=0.8; de durabilidad media (DM): a/c=0.6 y a/c=0.5; y de durabilidad alta (DA): a/c=0.4./ Five types of conventional concretes without additives were used: very low durability (VLD): w/c=0.9 and w/c=0.8; medium durability (MD): w/c=0.6 and w/c=0.5 and high durability (HD): w/c=0.4.

ESTADOS ESTUDIADOS/ STUDY SCENARIO:

- ***T= 25°C; HR=30%***
- ***T= 25°C; HR=60%***
- ***T= 25°C; HR=100%***
- ***T= 25°C; PROBETAS SUMERGIDAS EN AGUA / SAMPLES SUBMERGED IN WATER***

La variación de peso porcentual del hormigón se refirió a la masa de las probetas en estado saturado de agua. / The percentage weight variation of the concrete was referred to the mass of the samples in saturated water conditions

PROBETAS SIN SENSORES/ SAMPLES WITHOUT SENSORS



Se utiliza un conductímetro para medir la conductancia de las probetas sin sensores / A conductimeter is used to measure the conductance of the specimens without sensors.
UNE-EN 12390-19:2023. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 19: Determinación de la resistividad eléctrica.

$$R(\Omega) = 1/G$$
$$\rho(\Omega \cdot m) = R * \frac{S}{L}$$

Donde /Where:
G → es la conductancia iónica del medio en Siemens / It is the ionic conductance of the medium in Siemens.
R → es la resistencia iónica del medio en ohmios / is the ionic resistance of the medium in ohms
ρ → Resistividad iónica del medio en $\Omega \cdot m$ / Ionic resistivity in $\Omega \cdot m$

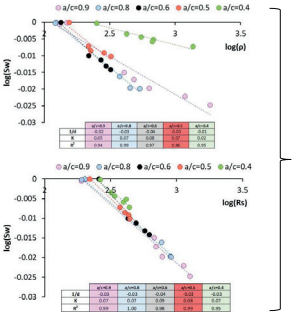
La correlación se basó en el modelo de Archie, comúnmente utilizado para describir la relación entre la resistividad eléctrica de un medio poroso y su contenido en agua. La función de correlación depende de la porosidad del medio./ The correlation was based on the Archie model, commonly used to describe the relationship between the electrical resistivity of a porous medium and its water content. The correlation function depends on the porosity of the medium.

$$\rho = k \cdot S_W^{-d}$$
$$\log(S_W) = K - \frac{1}{d} \cdot \log(\rho)$$

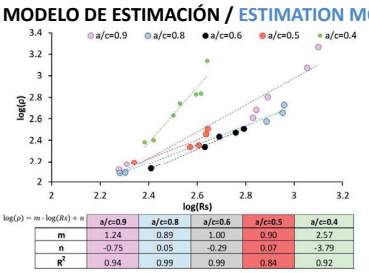
Donde /Where:
ρ → Resistividad iónica del medio en $\Omega \cdot m$ / Ionic resistivity in $\Omega \cdot m$
d→ parámetro empírico/ empirical parameter
k→ parámetro relacionado con la porosidad/ parameter correlated with porosity
Sw → porcentaje de humedad / moisture content

RESULTADOS / RESULTS:

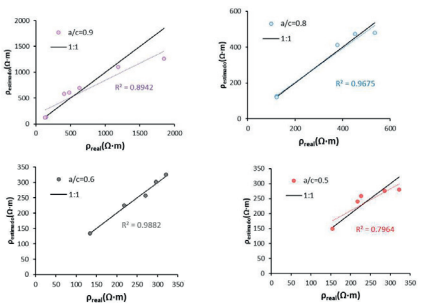
Se correlacionan los valores de Rs y los valores de ρ con la variación de humedad a través del modelo de Archie. / Rs values and ρ values are correlated with moisture variation through the Archie model.



MODELO DE ESTIMACIÓN / ESTIMATION MODEL



$\log(\rho) = m \cdot \log(Rs) + n$	a/c=0.9	a/c=0.8	a/c=0.6	a/c=0.5	a/c=0.4
m	1.24	0.89	1.00	0.90	2.57
n	-0.75	0.05	-0.29	0.07	-3.79
R^2	0.94	0.99	0.99	0.84	0.92



CONCLUSIONES / CONCLUSIONS:

EL SISTEMA SENSOR PERMITE ESTIMAR LA RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DEL HORMIGÓN. ESTO PERMITIRA ESTABLECER MODELOS DE ALARMA QUE SEGUN LOS NIVELES ESTABLECIDOS EN ASTM G57 IDENTIFIQUE LAS ZONAS SEGÚN SU PROBABILIDAD DE CORROSIÓN.

THE SENSOR SYSTEM ALLOWS ESTIMATING THE ELECTRICAL RESISTIVITY OF THE CONCRETE. THIS WILL ENABLE THE ESTABLISHMENT OF ALARM MODELS THAT, ACCORDING TO THE LEVELS SET IN ASTM G57, IDENTIFY AREAS BASED ON THEIR CORROSION PROBABILITY.

CHAPTER 6

TOWN PLANNING

CAPÍTULO 6 URBANISMO

VÁYASE USTED DE AQUÍ: DISEÑO URBANO CONTRA LAS PERSONAS

GET OUT OF HERE: URBAN DESIGN AGAINST PEOPLE

Arianna Guardiola Víllora
Investigadora en el Dpto. Mecánica de Medios Contínuos y Teoría de Estructuras. Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Profesora Titular de Universidad, Arquitecto, Doctora en Arquitectura por la UPV. E-mail: aguardio@mes.upv.es
Researcher at the Department of Continuum Mechanics and Theory of Structures. Universitat Politècnica de València, Senior Lecturer, Architect, PhD Architecture by the UPV. E-mail: aguardio@mes.upv.es
Elena Navarro Astor
Investigadora en el Dpto. de Organización de Empresas. Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Profesora Titular de Universidad, adscrita a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación. E-mail: enavarro@omp.upv,es
Researcher at the Department of Business Organization. Universitat Politècnica de València, Senior Lecturer assigned to the School of Building Engineering. E-mail: enavarro@omp.upv.es

Abstract

ONU Habitat (2016) defines public spaces as places publicly owned or of public use, accessible and enjoyable by all for free and without a profit motive. They can become a powerful instrument in the city to encourage social inclusion and fight discrimination by improving access to the most disadvantaged urban residents. Yet, municipalities are investing more in spaces easily governable by private interests and that are profitable in economic terms, and less in public spaces for the general use and enjoyment of all people.

This paper aims to raise awareness of hostile architecture, a subtle yet pervasive trend shaping daily urban life for residents and visitors alike. By critically examining public spaces in various European cities, the authors explore what makes them broadly 'unpleasant'. Their findings classify aggressive or hostile elements—or their absence— into distinct categories that are described: benches, rough surfaces and unshaded and unfurnished spaces. By putting the spotlight on this trend, the authors hope to mobilise the reader to observe with care and different lenses the spaces that surround them, to discover patterns of hostile architecture across the cities.

Keywords
Hostile Architecture, Inequality, Public Spaces, Urban design.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

VÁYASE USTED DE AQUÍ: DISEÑO URBANO CONTRA LAS PERSONAS
GET OUT OF HERE: URBAN DESIGN AGAINST PEOPLE

Arianna Guardiola Víllora[1]
Dpto. MMC y T Estructuras/ ETS de Arquitectura/ UPV[1]

Elena Navarro Astor[2]
Dpto. Organización de Empresas, ETS Igeniería de Edificación, UPV[2]

INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION

Los espacios públicos son lugares de propiedad o uso público, accesibles y disponibles para ser aprovechados por toda la gente de manera gratuita. Pueden ser un poderoso instrumento para fomentar la inclusión social y combatir la discriminación, cuando mejoran el acceso de los residentes urbanos desfavorecidos. Sin embargo, los ayuntamientos están invirtiendo más en espacios rentables económicamente y menos en espacios públicos para el uso y disfrute de todos. Así, el espacio urbano está siendo controlado y privatizado. El diseño hostil se refiere «al uso deliberado del diseño para evitar que las personas utilicen un espacio u objeto de una manera indeseable». Es un tipo de diseño conductual que busca generar incomodidad física y mental, actuando discretamente al restringir físicamente ciertos usos de los espacios públicos. El OBJETIVO de este estudio es concienciar sobre la arquitectura hostil. Al analizar críticamente espacios públicos de varias ciudades europeas, las autoras exploran qué los hace "desagradables" en términos generales y clasifican estos elementos en distintas categorías.

Public spaces are publicly owned places or of public use, accesible and enjoyable by all for free. They can become a powerful instrument in the city to encourage social inclusion and fight discrimination by improving access to the most disadvantaged urban residents. Yet, municipalities are investing more in economically profitable spaces, and less in public for the use and enjoyment of all people. Hence, urban space is being controlled and privatised. Hostile design refers "to the deliberate use of design to prevent people from utilizing a space or an object in an undesirable manner". It is a type of behavioural design intended to make people feel uncomfortable, both physically and mentally, operating discreetly by physically restricting certain uses of public spaces. The PURPOSE of this work is to raise awareness of hostile architecture. By critically examining public spaces in various European cities, the authors explore what makes them "unpleasant" and classify these elements into distinct categories.

CATEGORÍAS DE ELEMENTOS HOSTILES / HOSTILE ELEMENTS CATEGORIES

Se incluyen bancos, superficies rugosas y espacios sin sombra ni mobiliario urbano (Tabla 1). This includes benches, rough surfaces and spaces without shade or street furniture (Table 1).

Tabla 1. Categorías de elementos hostiles analizadas
Table 1. Categories of the hostile elements analysed

Bancos Benches		bancos incómodos Uncomfortable benches
		bancos divididos divided benches
		bancos solitarios solo benches
		bancos saludables healthy benches
		bancos orgánicos organic benches
Superficies rugosas		Rough surfaces
Espacios sin sombra		Unshaded and unfurnished spaces

Bancos / benches

Descritos como "posmodernos", "higiénicos" y "anti-indigentes", su objetivo es ser inhóspitos para disuadir a personas sin hogar o ambulantes. El banco Camden, instalado en 2012 en el barrio de Camden (Londres) es conocido como el "primer elemento de diseño hostil" (Imagen1). Sus principales características son: disuadir de dormir al raso, de traficar con drogas, de robar bolos o mochilas y de depositar basura. Entraría dentro de la categoría de bancos **incómodos** de la Tabla 1.

Described as "postmodern", "hygienic" and "bum-proof", they are intended to be inhospitable to deter homeless or itinerant people. The Camden bench, installed in 2012 in the Camden neighborhood (London) is known as the "first hostile design element" (Image1). Its main features are: deterring rough sleeping, drugs dealing, bag theft and littering. It falls into Table 1 category of **uncomfortable** benches.

Los bancos **divididos** tienen reposabrazos o separadores de asiento (Imagen 2), para evitar que los sin techo duerman en la calle, de ahí su nombre "bancos contra el sueño". Los bancos **individuales** son la evolución natural de los divididos (Imagen 3). A veces se colocan juntos; otras muchas están solos, siendo el único banco de la zona donde la persona puede sentarse, lejos de los demás. La Imagen 4 muestra ejemplos de bancos **saludables**: bancos isquiáticos o barras de apoyo, diseñados supuestamente para personas mayores con problemas de movilidad, ya que facilitan levantarse. Sin embargo, parecen pensados para evitar largas permanencias pues obligan a estar casi de pie, siendo incómodos. Son comunes en las paradas de autobús. Los **orgánicos** parecen composiciones sencillas, orgánicas, naturales y acogedoras, con superficies lisas inspiradas en la naturaleza (Imagen 5). Pero son engañosos pues no es posible tumbarse en ellos ni estar sentado mucho tiempo.

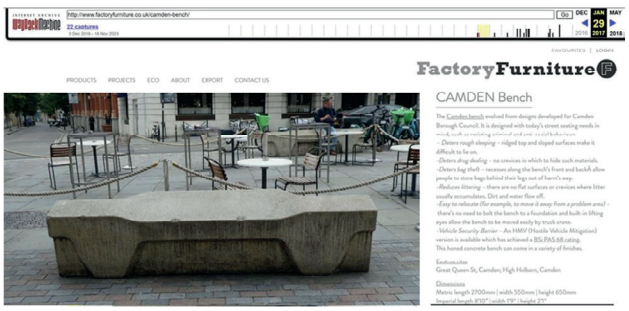


Imagen 1. Banco Candem y descripción / Image 1. Candem bench and description



Imagen 2. Bancos divididos / Image 2. Divided benches



Imagen 3. Bancos solitarios / Image 3. Solo benches

The most recognisable **divided** benches have brackets or armrests (Image 2) to prevent homeless from sleeping in the streets, they are alse called "anti-sleep" benches. **Individua**l benches are the natural evolution of the divided ones (Image 3). Sometimes they are placed together, but many times they stand alone, being the only bench in the area where the user can sit, away from others. Image 4 shows examples of **healthy** benches: ischial support benches or leaning bars. They are said to be designed for elderly people with mobility issues, being easier to stand up from them than from ordinary ones. Yet, they seem to be conceived to guarantee that users don't stay too much time resting on them, as after a while they get tired, in fact they are almost standing upright. They are common at bus stops. **Organic** benches seem simple, organic, natural and friendly compositions with smooth surfaces inspired by nature (Image 5). But they are misleading, since lying down is not possible, nor even be seated for a long time.



Imagen 4. Bancos saludables / Image 4. Leaning bars



Imagen 5. Bancos orgánicos / Image 5. Organic benches

Imagen 6. Superficies rugosas / Image 6. Rough surfaces

Superficias rugosas / Rough surfaces

Similares a los pinchos utilizados contra las palomas, su objetivo es obvio. Inicialmente impedían robar, dañar o traspasar la propiedad privada, pero actualmente se dirigen a las personas que buscan refugio o descanso. Los acabados rugosos o agresivos se colocan en alféizares, escaparates, y escaleras para impedir que la gente se apoye. (Imagen 6) (BOV estudio).

Similar to the spikes used for pigeons, their purpose is obvious. Originally they prevented stealing, damaging or trespassing private property, but the at present they target people looking for shelter or rest. Rough or aggresive finishes are placed in windowsills, shopwindowns, stairs or the pavement, to prevent people from leaning (Image 6) (BOV estudio).

Espacios sin sombra ni mobiliario / Unshaded and unfurnished spaces

Otra posibilidad es la eliminación de bancos o árboles, de modo que un área concreta se convierte en una zona de paso sin permitir que la gente se siente, como la Plaza del Zarrón, en Almazán (Soria) de la Imagen 7. sin embargo, sus arquitectos afirman proponer "vegetación autóctona de hoja caduca" que… "hará de la plaza un lugar cambiante con sombras en verano y sol en invierno..

Another possibility is the removal of benches or trees, so that a specific area becomes a transit zone without allowing people to sit, such as Zarrón Square, in Almazán (Soria) in Image 7. However, its architects claim to propose "native deciduous vegetation" that... "will make the plaza a changing space with shadows in the summer and sunshine in the winter" (Image 7).

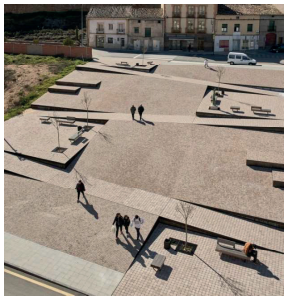


Imagen 7. Plaza de Zarrón (Almazán) /
Image 7. Zarrón square (Almazán)
Fuente / Source: BOV estudio.
Fotografía / Fotograph: Javier Bravo

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES / DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Una vez la ciudadanía es consciente de esta tendencia los ejemplos son fáciles de detectar, aunque nada relacionado con esta estrategia figura en los pliegos de condiciones, ni fabricantes ni vendedores mencionan el tema, salvo en el caso del banco Candem (Imagen 1), hoy desaparecido de la web de Factory Furniture. Doce años después existen muchos más ejemplos en nuestras calles, pero su finalidad última se disimula. Considerado crucial para la generación de encuentros, el espacio público es de libre acceso y uso colectivo y no requiere reservas ni normas de utilización. Es donde la gente circula y hace ejercicio, donde los y las turistas obtienen sus primeras impresiones de la ciudad y, lamentablemente, donde vive mucha gente. Obligar a la gente a buscar otros lugares donde dormir no resolverá el problema de las personas sin hogar; solo intenta hacerlo menos evidente, ocultarlo. Con este texto esperamos animar a las personas a observar con detenimiento y lentes diferentes los espacios que las rodean, para descubrir patrones de arquitectura hostil en todas las ciudades.

Once the citizens are aware of this trend, examples are easily spotted, but it is still an open secret. Nothing related to this strategy is included in the Terms and Conditions of the council contracts regarding open urban spaces and furniture, and manufacturers and sellers do not mention the issue, except for the case of the Camden bench (Image 1), nowadays disappeared from the Factory Furniture website. Twelve years later, there are many more examples on our streets, yet there is disguise about their ultimate purpose. Considered crucial for the generation of encounters, public space is a place of free access and collective use that does not require reservations or rules of use. It is where people circulate and exercise, where tourists get their first city impressions and, sadly, where many people live. The problem with hostile architecture is that it doesn't aim to address the homelessness crisis. All it achieves is making life harder for those already struggling. Forcing people to find other places to sleep will not solve the issue of homelessness; it tries to make it less obvious, to hide it. With this text we hope to prompt people to observe with care and different lenses the spaces that surround them, to discover patterns of hostile architecture across the cities.

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN GRUPOS DE PRESIÓN DE BOMBEO DE REDES URBANAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

ENERGY EFFICIENCY IN PUMPING PRESSURE GROUPS OF URBAN WATER SUPPLY NETWORKS

Paloma Arrué Burillo
Profesora del Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: paarbu@csa.upv.es
Professor in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València, E-mail: paarbu@csa.upv.es

Antonio Manuel Romero Sedó
Profesor del Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. E-mail: aromeros@csa.upv.es
Professor in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València, E-mail: aromeros@csa.upv.es

Jordi Françesc Romero i Miquel
Ingeniero Químico y Graduado en Ciencias Químicas por la Universitat de València, Campus de Burjassot-Paterna, 46100 Valencia, España. E-mail: romijor@postal.uv.es
Chemical Engineer and Graduated in Chemical Sciences from the University of Valencia. E-mail: romijor@postal.uv.es

Abstract

On many occasions, projects for drinking water pumping installations lack due justification for the energy efficiency of this type of installation, making them unfeasible in the short and long term. An adequate efficiency is determined by several parameters, and they are the hydraulic and mechanical calculation of the installations, the design of the protection systems, the regulation according to the demand, the adequate choice of materials and fatigue of the same, hydraulic equipment, electrical and electronic, the correct contracting of the electrical supply, the forecast of the levels of maintenance, preventive, predictive and prescriptive, efficiency in the management of resources, and finally of adequate disinfection of the drinking water as well as the calculation of the time of permanence of residual chlorine in the deposits by computational calculation. In this work, not all the parameters are addressed. It only focuses on those that can make the installation viable or catastrophic, leaving for other publications the contracting of the electrical fluid, the maintenance, the management, and the residence times of the residual chlorine in deposits. The study focuses on a real case that, due to its topographical characteristics in the pumping, makes this special, with a slope of the adduction pipe of 77.25% with a pumped flow that ranges from 900 to 1,000 liters/minute.

Keywords

Energy efficiency, pressure groups, hydraulic transients, protection systems, regulation, drinking water quality.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN GRUPOS DE PRESIÓN DE BOMBEO DE REDES URBANAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

EFFICIENCY IN PUMPING PRESSURE GROUPS OF URBAN WATER SUPPLY NETWORKS

P. Arrué Burillo[1,2,3], A.M. Romero Sedó[1,2,3],, J.F. Romero i Miquel[4]
Dpto. Construcciones Arquitectónicas[1]; Universitat Politècnica de València[2]; ETS. Ingeniería de Edificación[3]; Universitat de València[4]

INTRODUCCIÓN

En las instalaciones de las estaciones de bombeo de alta presión, el agua es conducida y almacenada en depósitos, cuya función es poder suministrar el agua potable a la población instalándose en cotas topográficas altas para garantizar una presión y caudal y disminuir los tiempos de funcionamiento de los grupos de presión, reserva de agua en caso de incendio, etc.

El alto coste energético que supone suministrar fluido eléctrico a los grupos de bombeo, que en el año 2022 ha alcanzado un valor máximo de 628.04 €/MW·h, (OMIE), hace que el diseño de las estaciones de bombeo deba de ser obligatoriamente eficiente y con baja huella de carbono.

OBJETIVOS

Analizar un caso real de un diseño hidráulico singularidad y la calidad del agua, estableciendo una guía para futuros estudios para grandes suministros de agua potable. En ambos casos, se ha utilizado software computacional para el cálculo de los transitorios hidráulicos, y la comprobación de la calidad del agua almacenada se ha realizado con dinámica de fluidos computacional CFD.

INTRODUCTION

In the installations of the high-pressure pumping stations, the water is conducted and stored in tanks, whose function is to be able to supply drinking water to the population, being installed at high topographical levels to guarantee a pressure and flow rate and reduce the operating times of the pressure groups, water reserve in case of fire, etc.

The high energy cost of supplying electrical fluid to the pumping groups, which in 2022 has reached a maximum value of 628.04€/MW·h, (OMIE), means that the design of the pumping stations must be obligatorily efficient. and with a low carbon footprint.

OBJECTIVES

Analyze a real case of a singularity hydraulic design and water quality, establishing a guide for future studies for large supplies of drinking water. In both cases, computational software has been used to calculate the hydraulic transients, and the quality of the stored water has been verified with computational fluid dynamics CFD.

MATERIALES Y MÉTODOS / MATERIALS AND METHODS

Sistema hidráulico existente / Existing hydraulic system

El rendimiento inicial era menor al 30%, bombas funcionando 23 horas/día, consumos 3.6 veces mayor al habitual, nula regulación y elevado número de fugas. / The initial performance was less than 30%, pumps running 23 hours/day, consumption 3.6 times higher than usual, no regulation and a high number of leaks.

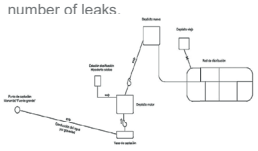


Figura 1. Esquema hidráulico de alta/baja presión
Image 1. Hydraulic diagram of high/low pressure

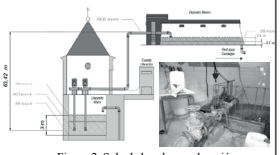


Figura 2. Sala de bombeo y cloración
Image 2. Pumping and chlorination room

Nuevo diseño del sistema hidráulico / New hydraulic system design

Se sectorizó la red con 3 VRP, repararon fugas y se instalaron sistemas de protección de transitorios, instrumentación, dos bombas alternas en paralelo con variadores de frecuencia y se controló la calidad del agua. The network was sectorized with 3 VRPs, leaks were repaired and transient protection systems, instrumentation, two alternating pumps in parallel with frequency variators were installed and the quality of the water was controlled.

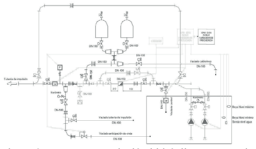


Figura 3. Esquema Instalación hidráulica proyectada
Image 3. Projected hydraulic instalation



Figura 4. Instalación hidráulica proyectada
Image 4. Projected hydraulic instalation

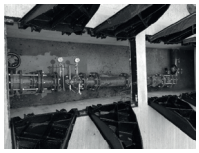


Figura 5. VRP de sectorización
Image 5. Sectorization VRP

RESULTADOS / RESULTS

Transitorios hidráulicos/ Hydraulic analysis

Se instalaron dos depósito antieriete sin membrana y una valvula de alivio. El tiempo de maniobra de 180 s se programó con los HMI de los autómatas programables de los variadores de frecuencia de cada bomba. La instalación funcionaba sin ningún tipo de vibración y los materiales trabajan dentro del rango de su presión nominal.

Two anti-friction tanks without membrane and a relief valve were installed. The maneuver time of 180 s was programmed with the HMI of the programmable controllers of the frequency variators of each pump. The installation worked without any type of vibration and the materials work within the range of their nominal pressure.

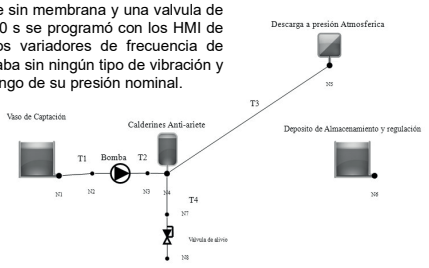


Figura 6. Esquema hidráulico de la instalación
Image 6. Hydraulic diagram of the installation.

Ciclos de funcionamiento de los grupos de bombeo/ Operating cycles of the pumping groups

En el estudio de 24h dentro del mes de agosto con la máxima población, se produjo un descenso del tiempo de funcionamiento de las bombas de un 54.13% y en el resto de meses de un 76.96%, lo que supone un ahorro energético bastante considerable.

In a 24-hour study within the month of August with the maximum population, there was a decrease in the operating time of the pumps of 54.13% and in the rest of the months of 76.96%, which represents quite considerable energy savings.

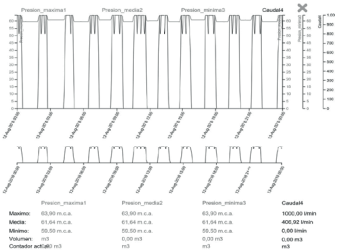


Figura 7. Arranque y paro de bombas de un día completo en agosto
Image 7. Starting and stopping pumps for a full day in august

Tabla 1. Tiempo de funcionamiento y ciclos de bombeo / Table 1. Run time and pump cycles

Valores comparativos	(A)Agosto	(B) Otros meses	A-B
Número de horas de funcionamento	11.55 h	6.30 h	5.25 h
Número de ciclos	11.00 ciclos	8.00 ciclos	3.00 ciclos
Promedio de cada ciclo	1.05 h/ciclo	0.79 h/ciclo	0.26 h/ciclo
Número de horas de paro	12.45 h	17.70 h	-5.25 h

Calidad del agua potable almacenada en el depósito nuevo / Quality of drinking water stored in the new tank

El suministro del agua al depósito se realiza por la parte superior del vaso y su evacuación por la parte inferior.

El tiempo de permanencia se encuentra entre 0.5 y 6.7 h, inferior a 48 horas. Y la concentración de Cloro entre 1.22ppm y 1.25 ppm, cumpliendo la reglamentación. El resultado del cálculo dinámico computacional (CFD) se muestra en las figuras 8 y 9.

The supply of water to the tank is carried out through the upper part of the glass and its evacuation through the lower part.

The residence time is between 0.5 and 6.7 h, less than 48 hours. And the concentration of Chlorine between 1.22ppm and 1.25ppm, complying with the regulations. The result of the computational dynamic calculation (CFD) is shown in figures 8 and 9.

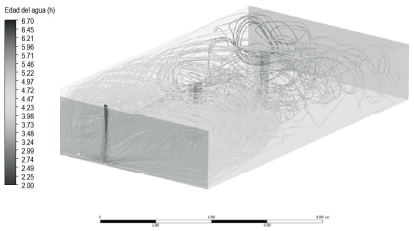


Figura 8. Tiempo de permanencia del agua
Image 8. Water residence time.

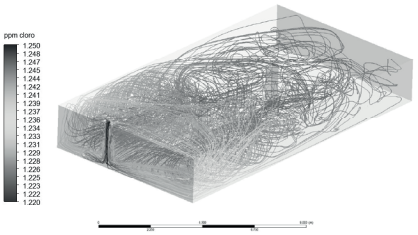


Figura 9. Concentración de cloro
Image 9. Chlorine concentration.

Ahorro energético / Energy saving

El estudio energético en 12 años produjo un ahorro del 70.37% de los MW·h/año consumidos. The energy study in 12 years produced a saving of 70.37% of the MW·h /year consumed.

Tabla 2. Ahorro energético / Table 1. Run time and pump cycles

Valores comparativos	Inicial	Proyectado	Ahorro
Coste de energia consumida	110.82 MW·h/año	32.83 MW·h/año	70.37%
Ahorro de coste energético eléctrico a 12 años			159071.52€
Ahorro hídrico a 12 años			877171.12 m^3

CONCLUSIONES

Este problema es muy común en la mayoría de las poblaciones de la Comunidad Valenciana, donde carecen de medios técnicos y humanos para poder realizar estudios como el que se plantea. No obstante, no solo es necesario realizar estudios energéticos, sino además de calidad del agua y por último hídricos con la finalidad de proteger el medio ambiente. El ahorro energético obtenido en el caso de estudio ha sido del 70.37% y el ahorro hídrico del orden del 72.56%. Así mismo, con las modificaciones realizadas en el depósito nuevo, se ha conseguido que el tiempo de permanencia del agua en el interior del depósito sea superior a 30 minutos y en ningún caso se excede de 48 horas, lo cual, garantiza la calidad del agua en la población.

CONCLUSIONS

This problem is very common in most of the towns in the Valencian Community, where they lack the technical and human resources to be able to carry out studies such as the one proposed. However, it is not only necessary to carry out energy studies but also water quality studies. And finally, water to protect the environment. The energy-saving obtained in the case study was 70.37%, and the water-saving of the order of 72.56%. Likewise, with the modifications made in the new tank, it has been achieved that the residence time of the water inside the tank is greater than 30 minutes and in no case exceeds 48 hours, which guarantees the quality of the water to the population.

©2025, ETS de Ingeniería de Edificación, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA - 264

ESTÁNDARES EN EL DISEÑO DE ESPACIOS EN LAS ESTACIONES DE FERROCARRIL

STANDARDS IN THE DESIGN OF RAILWAY STATION SPACES

Juan-Bautista Font Torres
Doctorando en el Programa de Doctorado en Arquitectura, Edificación, Patrimonio y Ciudad, Investigador en el Dpto. Patrimonio Arquitectónico y Conservación; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Arquitecto técnico, Máster en Ingeniería de Transportes, Territorio y Urbanismo, Máster en Ingeniería y Mantenimiento Ferroviario, Doctor en Transportes y Territorio por la UPV. E-mail: juafont1@gmail.com
PhD Candidate in the PhD Programme in Architecture, Building, Heritage and City, Researcher in the Dept. of Architectural Heritage and Conservation; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, Spain. Technical Architect, Master in Transport Engineering, Territory and Urban Planning, Master in Railway Engineering and Maintenance, PhD in Transport and Territory by the UPV. E-mail: juafont1@gmail.com

Jorge-Luís García Valldecabres
Investigador en el Centro de Investigación Arquitectura, Patrimonio y Gestión del Desarrollo Sostenible PEGASO; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Doctor en Arquitectura. E-mail: jorgegvallde@gmail.com
Researcher at the Research Centre for Architecture, Heritage and Management of Sustainable Development PEGASO; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, Spain, PhD in Architecture. E-mail: jorgegvallde@gmail.com

Luís Cortés Meseguer
Profesor en Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España, Doctor en Arquitectura. E-mail: luiscorme@upv.es
Lecturer in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, Spain, PhD in Architecture, PhD in Architecture. E-mail: luiscorme@upv.es

Abstract

The liberalisation of passenger transport by rail has produced a turning point in this mode of transport, with an increase in the number of passengers using this means of transport. This situation has had repercussions on existing stations, making it necessary to extend their surface areas, as the spaces initially designed are not capable of absorbing this new increase, posing a problem for the future.

In addition to the problem of space, the problem has a direct negative impact on the users of these infrastructures as they perceive a lack of quality of service in terms of comfort and safety.

In this document the authors analyse the case of the station of Valencia Joaquin Sorolla, station of High Speed which it is under process of prolong. The station was conceived as a provisional station until the construction of the tunnel under the city, but the provisional nature of the station has been prolonged, creating the need to extend the station to absorb the demand for new passengers until the works are completed. However, this increase in demand has had a negative impact on the initial design of the station and on the planned extension, which has been overwhelmed by this growth.

Keywords

Passengers, stations, liberalisation, railways, spaces, demand

©2025, ETS de Ingeniería de Edificación, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA - 265

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

ESTÁNDARES EN EL DISEÑO DE ESPACIOS EN LAS ESTACIONES DE FERROCARRIL
STANDARDS IN THE DESIGN OF RAILWAY STATION SPACES

Juan B. Font Torres[1], Jorge L. García Valldecabres[2], Luis Cortés Meseguer [3]
Programa de Doctorado en Arquitectura, Edificación, Patrimonio y Ciudad[1]; Universitat Politècnica de València[1-2-3]

INTRODUCCIÓN

La llegada de la liberalización de la alta velocidad ferroviaria conlleva un cambio en el modelo de estación por las necesidades como por el planeamiento que de su uso se hace. En este sentido, las estaciones preexistentes no tienen capacidad para acoger estas nuevas necesidades, por lo que se opta por la construcción de nuevas estaciones o ampliación de estas. Pero la liberalización de la Alta Velocidad en España y la aparición de nuevas empresas ferroviarias en el último trimestre de 2022, ha supuesto un aumento en el número de viajeros que utilizan este tipo de servicio. Pero los espacios diseñados no son capaces de absorber este nuevo incremento planteándose el problema incide directamente de forma negativa en los usuarios de estas infraestructuras al percibir una falta de calidad del servicio en cuanto a confort y seguridad.

INTRODUCTION

The arrival of the liberalisation of the high-speed rail system entails a change in the station model due to the needs and the planning of its use. In this sense, the existing stations do not have the capacity to accommodate these new needs, which is why new stations are being built or extended. However, the liberalisation of the High Speed in Spain and the appearance of new railway companies in the last quarter of 2022, has led to an increase in the number of passengers using this type of service. The 'provisional' station, inaugurated in December 2010, is currently being extended to meet the needs of passengers while work on the new access canal to the city and its underground central station is completed. But the spaces designed are not capable of absorbing this new increase, and the problem has a direct negative impact on the users of these infrastructures, who perceive a lack of quality of service in terms of comfort and safety.

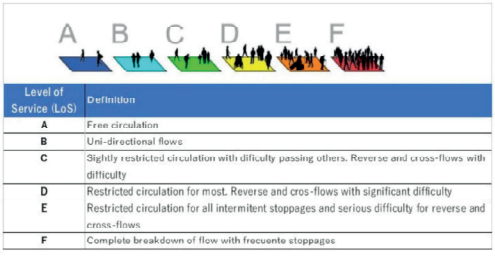
OBJETIVOS

Las ampliaciones de las estaciones de ferrocarril existentes debidas al incremento de la oferta de servicios hacen que las soluciones adoptadas para absorber el aumento de viajeros puedan requerir importantes ampliaciones que el planeamiento urbanístico de la ciudad donde se ubican no puede llevar a cabo, como es el caso de la estación objeto de estudio. Por ello, se hace necesario definir un protocolo de diseño de espacios para viajeros como punto de partida para el cálculo de la capacidad de los diferentes espacios que componen estas infraestructuras ferroviarias.

METODOLOGÍA

Para el cálculo de la ocupación se toma el valor máximo de ocupación a lo largo del día y en el periodo correspondiente a la hora punta. La amplitud de la hora punta a considerar se fija dentro del intervalo anterior siendo sensible al servicio de trenes de la estación. El criterio utilizado para calcular la ocupación durante el periodo considerado es el de todos los trenes que pueden entrar o salir simultáneamente de la estación y los trenes siguientes a los anteriores, considerando únicamente los viajeros que embarcan. La ocupación depende de los horarios definidos en las mallas de circulación, incluyen las horas de parada, obteniéndose la hora punta a partir de las horas de llegada y salida (Tabla 1). En cuanto al tiempo de permanencia en la estación, éste está directamente relacionado con el tipo de cliente. En el caso de los usuarios que van a viajar, llegan con antelación, un tiempo denominado tiempo de precaución, mientras que en el caso de los viajeros que salen de la estación, este tiempo depende de factores como la orientación dentro de la estación y el itinerario seguido por el viajero para salir de la estación (Imagen 2). Para determinar la densidad de ocupación, se utilizará el método investigado por J.J. Fruin en los años sesenta para los flujos peatonales. La elección de este método se basa en la relación volumen/capacidad mediante la cual se determinan los niveles de diseño (seis en total, entre A y F) permitiendo obtener un diseño cualitativo y cuantitativo del caso de estudio (Tabla 2).

La utilización de este método en condiciones normales permite obtener los niveles adecuados de confort en las zonas ocupadas por los pasajeros, así como la evaluación del uso máximo de estas zonas (Tabla 3):



Level of Service (LoS)	Definition
A	Free circulation
B	Uni-directional flows
C	Sightly restricted circulation with difficulty passing others. Reverse and cross-flows with difficulty
D	Restricted circulation for most. Reverse and cros-flows with significant difficulty
E	Restricted circulation for all intermitent stoppages and serious difficulty for reverse and cross-flows
F	Complete breakdown of flow with frecuente stoppages

Tabla 1. Niveles de Servicio (Los) de J.J. Fruin
Table 1. Levels of Service (LoS9 by J.J,. Fruin

RESULTADOS

La hora punta se obtiene de los horarios de los trenes. En el caso estudiado, obtenemos la hora punta de la mañana y de la tarde, las horas con mayor número de trenes circulando por la estación y, en consecuencia, mayor número de plazas ofertadas (Tabla 3). El número de plazas ofertadas es de 2.461 en la hora punta de la mañana y de 2.637 en la hora punta de la tarde. De los niveles alcanzados en las zonas estudiadas, hall y área controlada, se obtienen unos niveles de ocupación F y G respectivamente (Tabla 4), los cuales, influyen negativamente en cuanto a confort y seguridad percibidos por los viajeros. Estos valores han sido calculados con niveles de operación normales siendo incrementados en caso de situaciones degradadas. Esto puede suponer llegar al colapso de la estación por alta ocupación.

OBJETIVES

The extensions to existing railway stations due to the increase in the supply of services mean that the solutions adopted to absorb the increase in passengers may require significant expansions that the urban planning of the city where they are located cannot be carried out, as in the case of the station under study. This is why it is necessary to define a protocol for the design of spaces for passengers as a starting point for calculating the capacity of the different areas that make up these railway infrastructures.

METHODOLOGY

For the calculation of occupancy, the maximum occupancy value is taken throughout the day and in the period corresponding to the peak hour. The peak hour range to be considered is set within the above interval and is sensitive to the station's train service. The criterion used to calculate occupancy during the period considered is that of all trains that can simultaneously enter or leave the station and the trains following the previous ones, considering only boarding passengers. Occupancy depends on the schedules defined in the circulation grids, including stop times, and the peak hour is obtained from the arrival and departure times (Table 1). The time spent in the station is directly related to the type of customer. In the case of users who are going to travel, they arrive in advance, a time called caution time, while in the case of travelers leaving the station, this time depends on factors such as the orientation within the station and the itinerary followed by the traveler to leave the station (Image 2). To determine the occupancy density, the method investigated by J.J. Fruin in the 1960s for pedestrian flows will be used. The choice of this method is based on the volume/capacity ratio by which the design levels are determined (six in total, between A and F) allowing to obtain a qualitative and quantitative design of the case study (Table 2). The use of this method under normal conditions makes it possible to obtain the appropriate levels of comfort in the areas occupied by the passengers, as well as the evaluation of the maximum use of these areas (Table 3):



Imagen 1. Barrera urbanística
Image 1. . Urban planning barrier

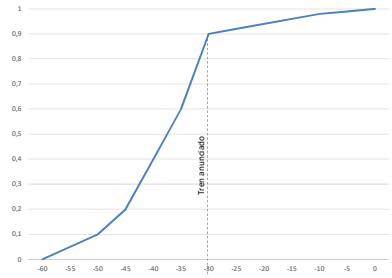


Imagen 2. Hora de llegada y número de viajeros a la estación
Image 2. Arrival time and number of passengers at station

Level of Service (LoS)	Surface m²/passenger	Density passenger/m²
A	>3,24	<0,27
B	2,32-3,24	0,43-0,31
C	1.39-2,32	0,72-0,43
D	0,93-1,39	1,08-0,72
E	0,46-0,93	2,17-1,08
F	<0,46	>2,17

Tabla 2. Niveles de Servicio por superficie según J.J. Fruin
Table 2. Levels of Service according Surface by J.J,. Fruin

	Arrival	Departure	From	To	Seats
Morning Peak Hour		10:00	València JS	Madrid Chamartín	457
		10:06	València JS	Madrid Chamartín	509
	10:19		Burgos RM	València JS	353
	10:30	10:30	Barcelona Sants	Alacant Terminal	332
		10:35	València JS	Madrid Chamartín	353
	10:40		Madrid Chamartín	València JS	457
Afternoon Peak Hour		18:00	València JS	Madrid Chamartín	457
		18:01	València JS	Barcelona Sants	332
	18:19		Madrid Chamartín	València JS	353
	18:40		Madrid Chamartín	València JS	457
	18:42	18:42	Gijón / Xixón	Vinaròs	353
		18:45	València JS	Madrid Chamartín	353
	18:55	18:55	Alacant Terminal	Barcelona Sants	332

Tabla 3. Horas punta en la estación
Table 3. Peak times at the station

Area	Surface (m2)	From 10:00 to 11:00 h	From 18:00 to 19:00 h
		m²/passenger	
Hall	1.699,15	0,52	0,49
Controlled Area	871,13	0,26	0,25

Tabla 4. Áreas estudiadas. Ocupación por unidad de superficie
Table 4. Areas studied. Occupation per unit area

RESULTS

The peak hour is obtained from the train schedules. In the case studied, we obtain the morning and afternoon peak hour, the hours with the highest number of trains running through the station and, consequently, the highest number of seats offered (Table 3).The number of seats offered is 2,461 in the morning rush hour and 2,637 in the evening rush hour. From the levels reached in the areas studied, hall and controlled area, we obtain occupancy levels F and G respectively (Table 4), which have a negative influence on the comfort and safety perceived by passengers. These values have been calculated with normal operating levels and are increased in the event of degraded situations. This can lead to the collapse of the station due to high occupancy.

CONCLUSIONES

- El diseño de las estaciones, aunque sea provisional, debe adaptarse para ofrecer un nivel de comodidad y seguridad que sea percibido por los usuarios. Por eso es necesaria una planificación cuidadosa y una inversión sostenida para garantizar que las estaciones ferroviarias puedan hacer frente al creciente número de pasajeros. Es necesario establecer un diseño óptimo, empezando por el análisis de las horas punta de tráfico de pasajeros en la estación. Las horas punta coinciden con el mayor número de llegadas y salidas de trenes, iniciándose así el proceso de cálculo de las superficies necesarias para las distintas áreas que componen estas infraestructuras.

CONCLUSIONS

- The design of stations, even if they are provisional, must be adapted to offer a level of comfort and safety that is perceived by users. This is why there is a need for careful planning and sustained investment to ensure that railway stations can cope with growing passenger numbers.
- The establishment of an optimal design is necessary, starting with the analysis of the hours of peak passenger traffic at the station. The peak hours coincide with the highest number of train arrivals and departures, thus beginning the process of calculating the surface areas required for the different areas that make up these infrastructures.

ПОВІТРЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ АРХІТЕКТУРНОГО ФОРМУВАННЯ. ОСОБЛИВОСТІ БЕЗОПОРНИХ АЕРОСТАТИЧНИХ ПОКРИТТІВ

AIR AS TOOL OF ARCHITECTURALFORMATION. FEATURES OF SUPPORT-FREE AEROSTATIC COATING

Nadiia Yeksarova
Departament Architecturals Constructions; Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture; 4 Didrihsona, 65029 Odessa, PhD Architecture. E-mail: eksareva@gmail.com
Volodymyr Yeksarov
Department of Industrial and Civil Engineering; Cherkasy State Technological University; 460 Bul. Shevchenko, 18006, Cherkasy, PhD Architecture. E-mail: va.eksarev@gmail.com

Abstract

A characteristic feature of the tectonics of pneumatic structures is that the stabilization of the shape is achieved by the force of compressed air, not gravity. The load from the weight of the aerostatic coating on the foundation of the building is zero because it is directed upwards. The advantages of pneumatic building structures: low weight, the ability to cover large spans without internal supports, complete factory readiness, speed of installation, transportability, light and radio transparency, low cost.

The use of a balloon allows it to be transformed into an effective support-free "large-span" covering. There are a significant number of options for stabilizing combined aerostatic coatings. Pneumatic architecture was once recognized as a dead-end branch of the development of building technologies, today it has received a second life and new prospects also thanks to innovative materials.

Keywords

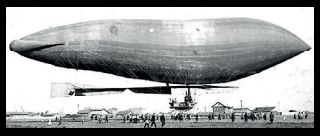
Pneumatic architecture, features of work, support-free aerostatic coating, innovative materials

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

ПОВІТРЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ АРХІТЕКТУРНОГО ФОРМУВАННЯ. ОСОБЛИВОСТІ БЕЗОПОРНИХ АЕРОСТАТИЧНИХ ПОКРИТТІВ

AIR AS TOOL OF ARCHITECTURALFORMATION. FEATURES OF SUPPORT-FREE AEROSTATIC COATING

Nadiia Yeksarova[1] Volodymyr Yeksarov[2]
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture [1] Cherkasy State Technological University [2]



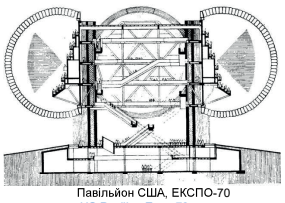
Повітря є чарівним будівельним матеріалом. Р. Фуллер

Процес, який почався в останній чверті XX ст., характеризується як «вибух формотворчості». Конструктивна правда нерозривно пов'язана з поняттям архітектонічною цілісності. «Повітряні замки XX століття», «Споруджує вентилятор», «Дах тримає повітря», «Будинки з ... повітря», «Повітря в ролі будівельника», «Надуйте, будівлю!», «Поверхи піднімає вітер» і т. п. – такий ажіотаж викликало застосування пневмати-чних або надувних конструкцій. Пневматичній архітектурі сьогодні пророкують космічні перспективи - у буквальному сенсі, за межами Землі.

Air is a magical building material. R. Fuller

The process that began in the last quarter of the 20th century. and continues now, characterized as an "explosion of design". Constructive truth is inextricably linked with the concept of architectural integrity and completeness. "Castles in the air of the 20th century", "Building a fan", "The roof holds air", "Houses from ... air", "Air as a builder", "Inflate the building, please!", "Floors are raised by the wind" and etc. - such excitement was caused by the use of pneumatic or inflatable structures.Today, pneumatic architecture is predicted to have cosmic prospects - literally, beyond the Earth.

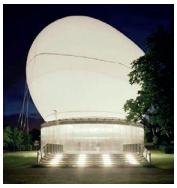

Restaurant Brass Rail, 1963


Павільйон США, ЕКСПО-70
US Pavilion Expo 70


Історична будівля
Historical building


Павільйон Фіджи, Ю. Мурата, М. Кувагуч, EXPO 70
Fiji Pavilion, Y. Murata, M. Kuvaguch, EXPO 70


Оранжерея Eden Project, Н. Грімшоу, 2001
Eden Project Greenhouse, N. Grimshaw, 2001


Павільйон ОМА, Р. Колхас
Pavilion OMA, R. Koolhaas2006

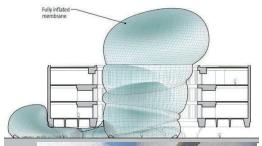
Характерна відмінність тектоніки пневматичних споруд - стабілізація форми досягається силою стисненого повітря, а не гравітацією. За характером, принципом своєї роботи пневматичні конструкції спрямовані вгору; сама конструкція своєю формою, напруженим станом відображає роботу основного несучого елемента - стримуваного повітря.

Переваги пневматичних будівельних конструкцій: мала маса, можливість перекриття великих прольотів без внутрішніх опор, повна заводська готовність, швидкість монтажу, транспортабельність, світло- і радіопрозорість, низька вартість.

Основний недолік - необхідність постійного підтримання надлишкового тиску повітря в оболонці. Навантаження від ваги аеростатичного покриття на фундамент будівелі дорівнює нулю або спрямовано вгору.

A characteristic difference in the tectonics of pneumatic structures is that the stabilization of the shape is achieved by the force of compressed air, and not by gravity. By nature, the principle of their operation, pneumatic structures are directed upwards; the structure itself reflects the work of the main supporting element - the contained air - in its shape and tension.

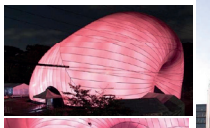
Advantages of pneumatic building structures: low mass, the possibility of covering large spans without internal supports, complete factory readiness, speed of installation, transportability, light and radio transparency, low cost. The main disadvantage is the need to constantly maintain excess air pressure in the shell. The load from the weight of the aerostatic coating on the foundation of the building is zero because it is directed upwards.

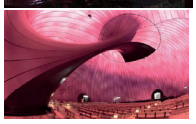




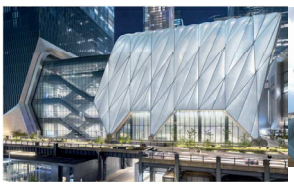


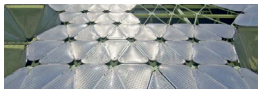
Музей Хиршхорна, 2009
Hirshhorn Museum Diller Scofidio+Renfro




Концертний зал Ark Nova, Ісодзакі
Ark Nova Concert Hall, arch.Isozaki


Media-ICT Building, Barselona 2009


The Shed Exhibition Center by Diller Scofido + Renfro, 2019


Cinema hall, Seoul


Yorkshire Diamond Pavilion



ОСОБЛИВОСТІ формування пневматичної архітектури:
адаптивність пневматичного фасаду – будівлі стають комунікативними структурами, відповідають вимогам енергоефективності; управління формою (на основі цифрового інформаційного моделювання та кіберфізичної робототехніки) на всіх стадіях проектування; кінетичне проектування та експлуатація дозволяють створювати надувні структури, що реагують на зовнішні та внутрішні впливи; швидке зведення пневматичних структур метод інтеграції робототехніки на місці зведення); трансформативність пневматичних об'єктів (кінетична, світлова та авторська); біоморфність дозволяє простору пристосовується до нюансів середовища; морфогенетичність сприяє створенню самоорганізованих структур.

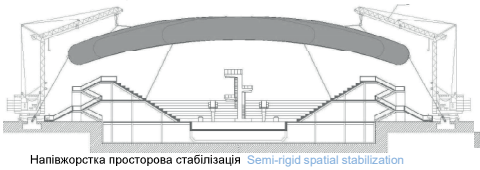
Ідея використання аеростатів в якості «великопрогонового» покриття в прямому і переносному сенсі «літала» в повітрі. Принцип аеростатичності для великопрогонових конструкцій запатентовано В. Логвіновим. Аеростатичне покриття фактично є ***безопорним покриттям***. Тут техніка нерозривно з'єдналася з користю і красотою, піднявшись до висот мистецтва організації простору. Незважаючи на те, що пневматичну архітектуру свого часу визнали тупиковою гілкою розвитку будівельних технологій, сьогодні вона отримала друге життя і нові перспективи.

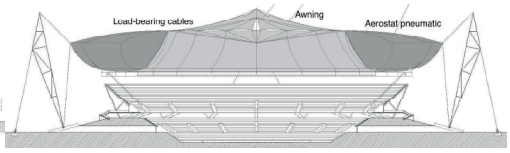
FEATURES of the formation of pneumatic architecture:
adaptability of the pneumatic facade - buildings become communicative structures, meet energy efficiency requirements; form control (based on digital information modeling and cyber-physical robotics) at all stages of design; kinetic design and operation allow creating inflatable structures that respond to external and internal influences; rapid construction of pneumatic structures (an alternative method of integrating robotics at the construction site); transformability of pneumatic objects (kinetic, light and author's) allows designing interactive pneumatic architecture; biomorphism allows space to adapt to the nuances of the environment; morphogenetics contributes to the creation of self-organizing structures.

The idea of using balloons as a "long-distance" cover literally and figuratively "flew" in the air. The principle of aerostatics for long-span structures was patented by V. Loginov. Aerostatic coating is effectively **a support-free coating**. Here, technology is inextricably linked with utility and beauty, rising to the heights of the art of space organization.Despite the fact that, in a global sense, pneumatic architecture was once recognized as a dead-end branch of the development of construction technologies, today it has received a second life and new prospects.

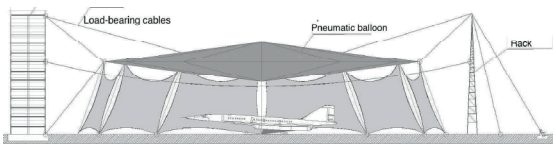


Комбіноване покриття Combined covering

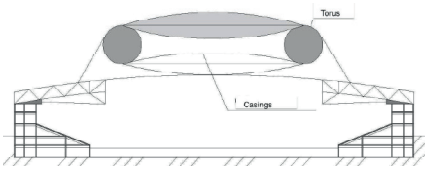

Напівжорстка просторова стабілізація Semi-rigid spatial stabilization



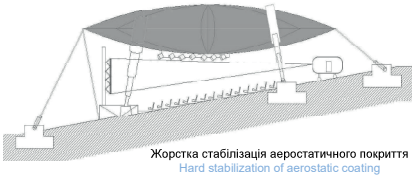
Комбіноване покриття Combined covering



Напівжорстка просторова стабілізація. Semi-rigid spatial stabilization



Пневматичне покриття Б. Наровського Pneumatic coating by B. Narovsky


Жорстка стабілізація аеростатичного покриття
Hard stabilization of aerostatic coating

ВИСНОВКИ

- Аеростатичне покриття дозволяє без опор покривати простір значно більших розмірів. При цьому експлуатаційні якості покриття можуть значно підвищитися за умов виготовлення їх в заводських умовах;
- особливі переваги для економії коштів і трудовитрат в складних умовах будівництва - сейсміка, важкодоступні райони, просідаючі грунти, особливі археологічні умови і т. ін.;
- поверненню пневматичної архітектури є цілий ряд об'єктивних причин, наприклад, інноваційний винахід «охолоджуючих» фотонних мембран (Greenhouse, Coolhouse и Treehouse). Але ще пневматичним системам притамані яскравий образ і романтика… Тому знову з'являються проекти видозмінених дирижаблів, піднебесних «літаючих міст» та захисту Парижу від глобального потепління

CONCLUSIONS

- Aerostatic coating allows you to cover much larger spaces without supports. At the same time, the operational qualities of the coating can be significantly improved under the conditions of their production in factory conditions;
- special advantages for saving money and labor costs in difficult construction conditions - seismicity, hard-to-reach areas, subsidence, special archaeological conditions, etc. others;
- the return of pneumatic architecture has a number of objective reasons, for example, the nnovative invention of "cooling" photonic membranes (Greenhouse, Coolhouse and Treehouse). But even pneumatic systems have a bright image and romance... Therefore, projects of modified airships, sky "flying cities" and protection of Paris from global warming are appearing again

RECORRIDOS VIRTUALES POR EL RÍO TURIA: INTEGRACIÓN DE PANORAMAS ESFÉRICOS PARA EL PATRIMONIO PAISAJÍSTICO CULTURAL

TURIA RIVER VIRTUAL TOUR: INTEGRATION OF SPHERICAL PANORAMAS IN CULTURAL LANDSCAPE HERITAGE

Mónica Val Fiel
Dpto. Expresión Gráfica Arquitectónica; Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y Diseño Industrial; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia.
Profesora Contratada Doctora. Doctora por la UPV. E-mail: movalfie@ega.upv.es
Marina Puyuelo Cazorla
Dpto. Expresión Gráfica Arquitectónica; Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y Diseño Industrial; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia.
Profesora Titular de Universidad, Doctora por la UPV. E-mail: mapuca@ega.upv.es
Lola Merino Sanjuán
Dpto. Expresión Gráfica Arquitectónica; Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y Diseño Industrial; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia.
Profesora Asociada, Arquitecta por la UPV. E-mail: mamesan@ega.upv.es

Abstract

The Turia Garden, a linear park located in the former riverbed of the Turia River in Valencia, serves as a central axis of urban life, offering spaces for recreational, social, and cultural activities. This study proposes an interactive virtual tour of the park utilizing 360° spherical panoramas to enhance spatial, landscape, and cultural understanding of the area, complementing the in-person experience with multimedia content (text, images, videos, and 3D models).

Previous research highlights the potential of spherical panoramas in cultural heritage preservation, virtual tourism, and the use of advanced technological tools to create immersive experiences.

The 360° spherical panoramas represent an innovative tool for promoting, conserving, and disseminating Valencia's cultural heritage. This approach integrates technology with urban cultural management, opening new avenues for the interpretation and sharing of heritage.

Keywords

Interactive maps, Landscape Heritage, Spherical panoramas, Virtual tour,

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

RECORRIDOS VIRTUALES POR EL RÍO TURIA: INTEGRACIÓN DE PANORAMAS ESFÉRICOS PARA EL PATRIMONIO PAISAJÍSTICO CULTURAL

TURIA RIVER VIRTUAL TOUR: INTEGRATION OF SPHERICAL PANORAMAS IN CULTURAL LANDSCAPE HERITAGE

Mónica Val Fiel[1,2,3], Marina Puyuelo Cazorla[1,2,3], Lola Merino Sanjuan[1,2,3]
Dpto. Expresión Gráfica Arquitectónica[1]; Universitat Politècnica de València[2]; Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y Diseño Industrial[3]

INTRODUCTION ▮ INTRODUCCIÓN

The Turia Garden, a linear park located in the former riverbed of the Turia River in Valencia, serves as a unifying axis of urban life. This space traverses the city and facilitates recreational, social, and cultural activities. In this context, the digitalization of urban cultural heritage and the use of 360° spherical panoramas open new avenues for interpreting and remotely accessing such environments.

El Jardín del Turia, es un parque lineal situado en el antiguo cauce del río Turia en Valencia, que constituye el eje vertebrador de la vida urbana de la ciudad. Este espacio atraviesa la ciudad y permite el uso actividades recreativas, sociales y culturales. En este contexto, la digitalización del patrimonio cultural urbano abre nuevas posibilidades para la interpretación y el acceso remoto a estos entornos.

This study proposes the development of a virtual tour of the Turia Garden, leveraging accessible technological tools to enrich visitor experiences while contributing to the conservation and dissemination of cultural heritage.

Este estudio propone desarrollar un recorrido virtual del Jardín del Turia, empleando herramientas tecnológicas accesibles para enriquecer la experiencia del visitante y contribuir a la conservación y difusión del patrimonio cultural.

The Turia River in Valencia is home to a diverse array of historic and modern bridges that reflect various eras, architectural styles, and urban functions.

Among the historic bridges, which bear witness to Valencia's urban evolution while preserving their cultural and monumental significance, the following stand out: ***Pont de la Trinidad*** (15th century, Gothic), ***Pont del Real*** (16th century, Renaissance), ***Pont dels Serrans*** (16th century, Renaissance) y ***Pont del Mar*** (16th century, Baroque).

In contrast, the modern and contemporary bridges highlight the city's modernization and its commitment to innovative designs. Notable examples include: ***Pont de l'Exposició*** (*La Peineta*, 1995), ***Pont l'Assut d'Or*** (2008), ***Pont de les Flors*** (2002), ***Pont d'Aragó*** (1930s) y ***Pont de Monteolivet*** (1990)

El río Turia en Valencia cuenta con una gran variedad de puentes históricos y modernos que reflejan distintas épocas, estilos arquitectónicos y funciones urbanas.
Entre los puentes históricos, testimonios de la evolución urbana de Valencia, conservando su valor cultural y monumental, podríamos destacar: el Puente de la Trinidad (Siglo XV-gótico). Puente del Real (siglo XVI Renacentista). Puente de Serranos (siglo XVI Renacentista) y Puente del Mar (siglo XVI Barroco).

Entre los puente modernos y contemporáneos, que reflejan la modernización de la ciudad y su apuesta por diseños innovadores, podríamos incluir: Puente de la Exposición (La Peineta, 1995), Puente del Assut d'Or (2008), Puente de las Flores (2002), Puente de Aragón (Años 30 del siglo XX) y Puente de Monteolivete (1990)

OBJECTIVE ▮ OBJETIVO

The objective of this research is to design an interactive virtual tour of the Turia Garden, incorporating the bridges that define its boundaries. The project employs 360° spherical panoramas to enhance spatial, landscape, and cultural understanding of the park. It seeks to complement the physical experience by providing additional information through multimedia integration, including text, images, videos, and 3D models.

El objetivo de esta investigación es diseñar un recorrido virtual interactivo del Jardín del Turia, pasando por los puentes que lo delimitan, utilizando panoramas esféricos 360° para mejorar la comprensión espacial, paisajística y cultural del parque. Este proyecto busca complementar la experiencia presencial, proporcionando información adicional mediante una integración multimedia que abarque texto, imágenes, vídeos y modelos 3D.

DEVELOPMENT ▮ DESARROLLO

1. Conceptual Framework

- 360° Spherical Panoramas: Definition, characteristics, and benefits for immersive visual representation.
- Applied Technologies: Use of low-cost spherical cameras, editing software, and interactive visualisation platforms.

2. Contextualisation of the Turia Garden

- Brief History: Overview of the linear park and its integration within the city of Valencia. Its ecological and landscape value as the city's green lung.
- Historic and Modern Bridges: Representation of various eras, architectural styles, and urban functions.
- Citizen Engagement: Recreational, social, and cultural activities across different sections of the park.

3. Design of the Virtual Tour

- Narrative and Development Stages:
  - Capturing 360° images at key locations in the Turia Garden (bridges).
  - Creating interactive points of interest within the virtual tour.
  - Integrating contextual information through text, videos, and 3D models.

4. Practical Application.

- Longitudinal Tour of the Bridges Defining the Turia River Sections. Presentation of the virtual tour as a complementary resource for tourists, students, and local residents.

5. Feedback and Improvement

- Analysis: Evaluation of the educational, tourism, and heritage conservation benefits provided by this tool.
- Future Developments: Incorporating visitor participation into the virtual tour experience.

1. Marco conceptual

- Panoramas esféricos 360°: Definición, características y beneficios para la representación visual inmersiva.
- Tecnologías aplicadas: Uso de cámaras esféricas de bajo coste, software de edición y plataformas de visualización interactivas.

2. Contextualización del Jardín del Turia

- Breve historia del parque lineal y su integración en la ciudad de Valencia. Valor paisajístico y ecológico como pulmón verde de la ciudad.
- Puentes históricos y modernos que reflejan distintas épocas, estilos arquitectónicos y funciones urbanas.
- Uso ciudadano: actividades recreativas, sociales y culturales que tienen lugar en los distintos tramos del parque.

3. Diseño del recorrido virtual

- Narración y etapas del desarrollo:
  - Captura de imágenes 360° en puntos clave del Jardín del Turia (puentes).
  - Creación de puntos de interés interactivos en el recorrido virtual.
  - Integración de información contextual mediante textos, videos y modelos 3D.

4. Aplicación práctica

- Recorrido longitudinal por los puentes que definen los tramos del río Turia. Presentación del recorrido virtual como un recurso complementario para turistas, estudiantes y habitantes locales.

5. Retroalimentación y mejora

- Análisis de los beneficios educativos, turísticos y de conservación patrimonial derivados de esta herramienta.
- Desarrollos futuros. Integrar la participación del visitante.



Figure 1. Interfaz de la aplicación de visita virtual // Figure 2. Application interface for the virtual visit

Figura 2. Identificación de los puentes a lo largo del recorrido del río Turia de Valencia
Figure 2. Identification of the bridges along the route of the Turia River in Valencia

1 - Pont del Nou d'Octubre
2 - Pont del Componer
3 - Pont de les Glòries Valencianes
Pont d'Ademuz
4 - Pont de les Arts
5 - Pont de Sant Josep
6 - Pont dels Serrans
7 - Pont de Fusta
8 - Pont de la Trinidad
9 - Pont del Real
10- Pont de l'Exposició
11- Pont de les Flors
12- Pont del Mar
13- Pont d'Aragó
14- Pont de l'Àngel Custodi
15- Pont del Reane
16- Pont de Montolivet
17 Pont l'Assut de l'Or.

WEBs

https://propur.al/
https://visitingmedia.com/
https://www.viar360.com/
https://www.vpix360.com/
https://walkmio.tv/
https://webobook.com/
https://www.360raviolt.com/
https://www.marzipano.net/demos/sample-tour/
https://www.theasys.io/
https://www.3dvista.com/en/samples/
https://www.pano360.com/en/features/virtual_tours.html
https://www.insecmg.com/solutions/digital_twins
https://panuces.com/tourism
https://panorama.com/pano2vr/

PREVIOUS RESEARCH ▮ INVESTIGACIONES PREVIAS

- **Spherical panoramas in cultural heritage**: Studies highlighting their application in museums and historical sites to improve contextual understanding and facilitate virtual visits.
- **Virtual tourism**: Projects implementing interactive tours in natural and urban environments to increase accessibility and promote destinations.
- **Technological tools**: Evaluation of software and devices for capturing and editing 360° images and creating immersive experiences.

- Panoramas esféricos en patrimonio cultural: Estudios que destacan su uso en museos y espacios históricos para mejorar la comprensión contextual y facilitar visitas virtuales.
- Turismo virtual: Proyectos que aplican recorridos interactivos en sitios naturales y urbanos, aumentando la accesibilidad y promoción de destinos.
- Herramientas tecnológicas: Evaluación de software y dispositivos para la captura y edición de imágenes 360° y la creación de experiencias inmersivas.

CONCLUSIONS ▮ CONCLUSIONES

The use of 360° spherical panoramas in designing virtual tours of the Turia Garden represents an accessible and effective innovation for promoting Valencia's cultural and landscape heritage. This application not only enhances visitor experiences but also fosters education and awareness of the importance of public spaces.

Additionally, it strengthens the community's connection with the park, contributing to its appreciation and preservation. The project illustrates how technology can be integrated into urban cultural management, offering new perspectives for the interpretation and dissemination of heritage.

El uso de panoramas esféricos 360° en el diseño de recorridos virtuales del Jardín del Turia representa una innovación accesible y efectiva para promover el patrimonio cultural y paisajístico de Valencia. Esta aplicación no solo mejora la experiencia del visitante, sino que también favorece la educación y la sensibilización sobre la importancia de los espacios públicos. Además, refuerza el vínculo de la ciudadanía con el parque, contribuyendo a su apropiación y conservación.

El proyecto demuestra cómo la tecnología puede integrarse en la gestión cultural urbana, abriendo nuevas perspectivas para la interpretación y difusión del patrimonio.

REFERENCES ▮ REFERENCIAS

- Gafar, I. A., Arif, Z., & Syefudin, S. (2022). Systematic Literature Review: Virtual Tour 360 Degree Panorama. *International Journal of Engineering Business and Social Science*, *1*(01), 01-10.
- Petousi, D., Katifori, A., Boile, M., Kougioumtzian, L., Lougiakis, C., Roussou, M., & Ioannidis, Y. (2023). Revealing Unknown Aspects: Sparking Curiosity and Engagement with a Tourist Destination through a 360-Degree Virtual Tour. *Multimodal Technologies and Interaction*, *7*(5), 51.

ANÁLISIS DE PATOLOGÍAS EN EDIFICACIONES Y ASCENSIÓN DEL NIVEL FREÁTICO EN BÉTERA (VALENCIA). PROPUESTA DE PROTOCOLO PIEZOMÉTRICO DE AVISO CIUDADANO

ANALYSIS OF PATHOLOGIES IN BUILDINGS AND RISING WATER TABLE IN BÉTERA (VALENCIA). PROPOSAL FOR A PIEZOMETRIC PROTOCOL FOR PUBLIC WARNING

Javier Rodrigo Ilarri
Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera, s/n, 46022 (Valencia)
E-mail: jrodrigo@upv.es
Aurora Martínez-Corral
Instituto Universitario de Tecnología de los materiales. Dpto. de Construcciones Arquitectónicas. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera, s/n, 46022 (Valencia)
E-mail: aumarcor@csa.upv.es
Claudia-Patricia Romero-Hernández
Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera, s/n, 46022 (Valencia).
E-mail: rhclaudiapatri@hotmail.com
Lucía Belenguer-Espinosa
Ayuntamiento de Bétera (Valencia). E-mail: ingenieros@betera.es
María-Elena Rodrigo-Clavero
Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera, s/n, 46022 (Valencia).
E-mail: marodcla@upv.es

Abstract

This paper describes the pathologies caused in numerous buildings in Bétera due to the rise in water tables in the spring of 2022. As a result, and to generate an action protocol to anticipate natural disasters such as the recent DANA, a study was carried out of both the hydrogeological characterisation of the area and the construction characteristics of the affected buildings. The results obtained have made it possible, on the one hand, to complement the technical documentation for the licence application and, on the other, to make a proposal for action aimed at complementing the information provided by the existing municipal piezometric control network. The implementation of the proposed actions is aimed at developing a Citizen Warning Protocol in the event of possible emergencies due to rising water tables.

Keywords
Building project, materials, construction details, groundwater, pathologies, Bétera.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

ANÁLISIS DE PATOLOGÍAS EN EDIFICACIONES Y ASCENSIÓN DEL NIVEL FREÁTICO EN BÉTERA (VALENCIA). PROPUESTA DE PROTOCOLO PIEZOMÉTRICO DE AVISO CIUDADANO

ANALYSIS OF PATHOLOGIES IN BUILDINGS AND RISING WATER TABLE IN BÉTERA (VALENCIA). PROPOSAL FOR A PIEZOMETRIC PROTOCOL FOR PUBLIC WARNING

Javier Rodrigo Ilarri[1]
Instituto de Ing. del agua y MA
U. Politècnica de Valencia

Aurora Martínez-Corral[2]
IUTM/Depcsa/ETSIE
U. Politècnica de València

Claudia-Patricia Romero-Hernández[1]
Instituto de Ing. del agua y MA
U. Politècnica de València

Lucía Belenguer Espinosa[3]
Ayto. de Bétera (Valencia)

Mª Elena Rodrigo-Clavero[1]
Instituto de Ing. del agua y MA
U. Politècnica de València

INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION

En este trabajo se realiza un análisis de la situación ocasionada por el ascenso de los niveles freáticos sobre las edificaciones del casco urbano de la ciudad de Bétera (Valencia) en la primavera de 2022. En este episodio de ascenso de niveles, diversos garajes subterráneos fueron anegados quedando fuera de funcionamiento los ascensores de los edificios afectados. El estudio incorporó el análisis de la totalidad de información disponible referente a la caracterización hidrogeológica de la zona de estudio, procedente de bases de datos de administraciones públicas, así como de los proyectos técnicos de las edificaciones afectadas que sirvieron como base para la obtención de las correspondientes licencias de obra. Los resultados obtenidos han permitido realizar una propuesta de actuación orientada a complementar la información proporcionada por la red de control piezométrica municipal. La implementación de las actuaciones propuestas se orienta a desarrollar un Protocolo de Aviso Ciudadano ante posibles emergencias por ascensos de niveles freáticos. In this work, an analysis is carried out of the situation caused by the rise of groundwater levels on the buildings in the urban center of the city of Bétera (Valencia) in the spring of 2022. In this episode of level rise, various underground garages were flooded, leaving the elevators of the affected buildings out of service. The study incorporated the analysis of all available information regarding the hydrogeological characterization of the study area, coming from public administration databases, as well as from the technical projects of the affected buildings that served as the basis for obtaining the corresponding construction licenses. The results obtained have allowed a proposal for action to be made aimed at complementing the information provided by the municipal piezometric control network. The implementation of the proposed actions is oriented towards developing a Citizen Warning Protocol for possible emergencies due to rising groundwater levels.

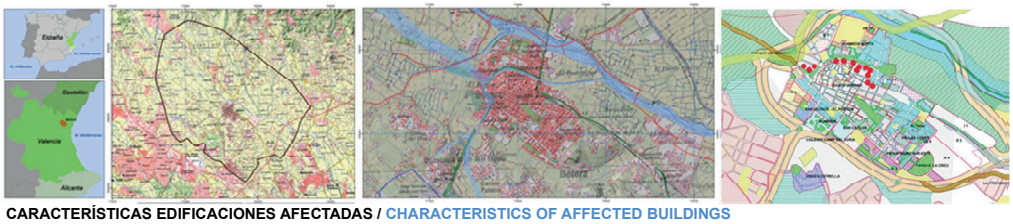
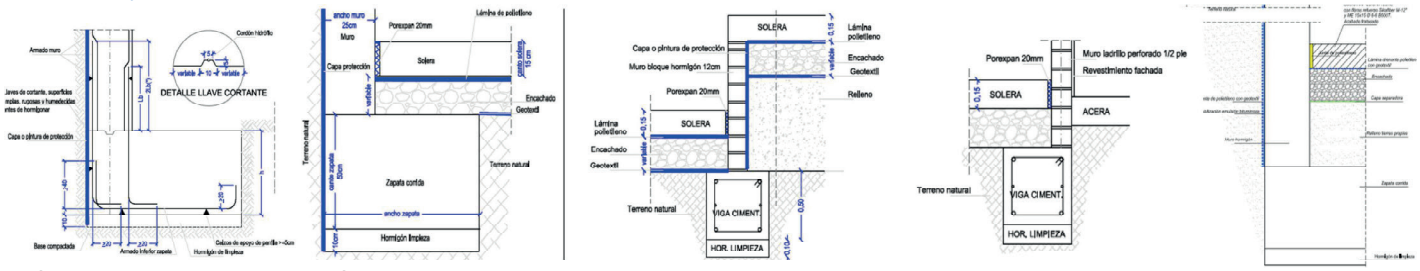


Fig. 1 Ámbito de la masa subterránea Llíria-Casinos
Fig. 2.Posición casco urbano y barranco de Bétera (actual Alameda)
Fig. 3. Superposición PGOU y edificaciones afectadas.
Fig. 1 Area of the Llíria-Casinos underground mass
Fig. 2. Position of the town centre and ravine of Bétera (now Alameda)
Fig. 3. Overlapping PGOU and affected buildings.

CARACTERÍSTICAS EDIFICACIONES AFECTADAS / CHARACTERISTICS OF AFFECTED BUILDINGS

Las edificaciones afectadas son diez edificios plurifamiliares de reciente construcción y dos edificaciones de uso dotacional y terciario (sede municipal y supermercado), ejecutadas entre los años 1998-2007.Todas las edificaciones cuentan con plantas de sótano (hasta dos), alcanzando una cota mínima y máxima bajo rasante de -3,10 m y de -10,16 m, respectivamente. La profundidad de los fosos de ascensor alcanza una media de 1,50 m por debajo de la cota indicada. En todos los casos analizados, se producen reclamaciones patrimoniales ante la administración local por entrada de agua, bien en los sótanos destinados a uso garaje, bien en los fosos de ascensores, detectando en estos, entrada de agua también por las paredes laterales de fábrica.The affected buildings are ten recently built multi-family buildings and two buildings for non-residential and tertiary use (municipal headquarters and supermarket), executed between 1998-2007.All the buildings have basement floors (up to two), reaching a minimum and maximum level below ground level of -3.10 m and -10.16 m, respectively. The depth of the elevator shafts reaches an average of 1.50 m below the indicated level. In all the cases analysed, there are patrimonial claims before the local administration for water ingress, either in the basements intended for garage use, or in the elevator pits, detecting in these, water entry also through the side walls of the factory.



ANÁLISIS DE LA RED DE CONTROL PIEZOMÉTRICO MUNICIPAL / ANALYSIS OF THE MUNICIPAL PIEZOMETRIC CONTROL NETWORK

En mayo de 2021, el ayuntamiento de Bétera ejecutó la construcción de tres piezómetros de control en el entorno del centro del casco urbano, con el objetivo de controlar los niveles piezométricos locales. Los registros de niveles piezométricos obtenidos a partir de los piezómetros que conforman la red municipal muestran un claro aumento de niveles en el periodo mayo 2021 – agosto 2022 para los tres piezómetros disponibles. La mayor variación se registró en el piezómetro S2, habiéndose registrado un aumento del nivel de 1,80 metros en el periodo analizado. La evolución de los niveles piezométricos y la particular configuración litológica observada a partir del estudio realizado sugiere la presencia de un nivel acuífero colgado o muy somero. Este acuífero local, en condiciones de exceso de recarga lateral (sin duda, procedente de procesos de infiltración asociados a episodios de lluvias intensas) responde presentando un ascenso de los niveles capaz de intersectar con las cotas de la cimentación de los edificios afectados, las cuales deberían haber sido diseñadas para considerar este posible efecto. In May 2021, the Bétera City Council carried out the construction of three control piezometers in the surroundings of the center of the urban area, with the aim of controlling local piezometric levels. The records of piezometric levels obtained from the piezometers that make up the municipal network show a clear increase in levels in the period May 2021 – August 2022 for the three piezometers available. The greatest variation was recorded in the piezometer S2, with an increase in the level of 1.80 meters in the period analyzed. The evolution of the piezometric levels and the particular lithological configuration observed from the study carried out suggests the presence of a hanging or very shallow aquifer level. This local aquifer, in conditions of excess lateral recharge (undoubtedly from infiltration processes associated with episodes of intense rainfall) responds by presenting a rise in levels capable of intersecting with the levels of the foundations of the affected buildings, which should have been designed to consider this possible effect.

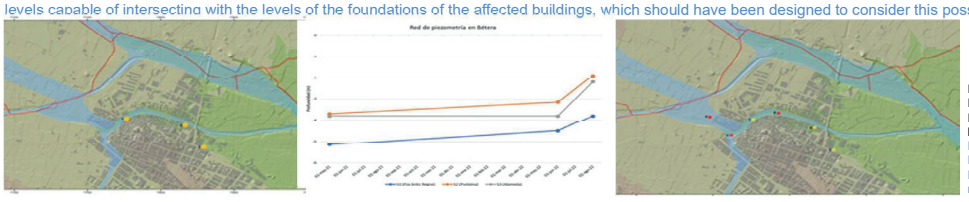


Fig. 4. Posición piezómetros existentes red municipal
Fig. 5. Niveles piezométricos registrados en la red municipal
Fig. 6. Propuesta de ejecución de nuevos piezómetros para complementar la red municipal.
Fig. 4. Position of existing piezometers in the municipal network
Fig. 5. Piezometric levels recorded in the municipal network
Fig. 6. Proposal for the execution of new piezometers to complement the municipal network.

PROPUESTA DE ACTUACIONES / PROPOSAL OF ACTIONS

- Ampliación de la red de control piezométrico municipal. El control periódico de la evolución de los niveles freáticos en el entorno de la Alameda de Bétera se plantea como la actuación de mayor relevancia a la hora de poder predecir con suficiente antelación la evolución de los niveles freáticos, proporcionando de este modo la información relevante con la que tomar decisiones y poder activar los protocolos de aviso ciudadano que se definan en el futuro.
- Aplicación detallada en la actualización del PGOU de las determinaciones del PATRICOVA y elaboración de planimetría específica de detalle de nivel de riesgo con superposición de la cartografía catastral de modo que se proporcione información clara al ciudadano sobre el nivel de riesgo de inundabilidad en la zona de ubicación del solar o inmueble. En función del nivel de riesgo, se podrá limitar la construcción de sótanos, condicionar usos y actuaciones, así como exigir determinadas soluciones constructivas.
- Actualización de la legislación urbanística municipal (PGOU + licencias) mediante el requerimiento al interesado de documentación técnica complementaria a la actualmente requerida para la solicitud de licencia de obra mayor (OMA) o de licencia de obra menor (OME).
- Expansion of the municipal piezometric control network. The periodic control of the evolution of the water tables in the surroundings of the Alameda de Bétera is proposed as the most relevant action when it comes to being able to predict the evolution of the water tables well in advance, thus providing the relevant information with which to make decisions and to be able to activate the citizen warning protocols that are defined in the future.
- Detailed application in the updating of the PGOU of the PATRICOVA determinations and preparation of specific detailed planimetry of the risk level with superimposition of the cadastral cartography so that clear information is provided to the citizen on the level of flood risk in the area where the plot or property is located. Depending on the level of risk, the construction of basements may be limited, uses and actions may be conditioned, as well as certain construction solutions may be required.
- Updating of municipal urban planning legislation (PGOU + licenses) by requiring the interested party to provide technical documentation complementary to that currently required for the application for a major works license (OMA) or minor works license (OME).

AGRADECIMIENTOS/ ACKNOWLEDGMENTS

Los autores del estudio quieren agradecer la colaboración de los Servicios Técnicos municipales del Ayuntamiento de Bétera (Valencia), quienes facilitaron su acceso al archivo municipal para consulta de expedientes de licencia y consulta de proyectos.
The authors of the study would like to thank the collaboration of the Municipal Technical Services of the City Council of Bétera (Valencia), who facilitated their access to the municipal archive for consultation of license files and consultation of projects.

EL JARDÍN DEL TURIA: ORGANIZACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE ESPACIOS EN UN PARQUE LINEAL

THE TURIA GARDEN: ORGANIZATION AND CONSTRUCTION OF SPACES IN A LINEAR PARK

Lola Merino Sanjuán
Dpto. Expresión Gráfica Arquitectónica; Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia.
Profesora Asociada, Arquitecta por la UPV. E-mail: mamesan@ega.upv.es
Mónica Val Fiel
Dpto. Expresión Gráfica Arquitectónica; Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia.
Profesora Contratada Doctora. Doctora por la UPV. E-mail: movalfie@ega.upv.es
Marina Puyuelo Cazorla
Dpto. Expresión Gráfica Arquitectónica; Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia.
Profesora Catedrática de Universidad, Doctora por la UPV. E-mail: mapuca@ega.upv.es

Abstract

The Turia garden links the city from west to east and is the meeting point between the north and south zones. It provides a powerful mass of vegetation as a guiding thread through the different projected areas of use, establishing continuity between them and, its design, recovers the human dimension which contributes to develop vitalist spaces that favor the appropriation of the public space by the citizens.

The route, fragmented into sections of different lengths, offers juxtaposed spaces for leisure, recreational, cultural, sports, socialization, ..., equipped with high frequency equipment, with others of a more intimate and secluded character that invite meditation and personal isolation. These functional sequences are repeated along the route seeking that all of them are in an itinerary of proximity for the citizen.

Key words
Urban Habitability, Urban Comfort, Building Urban Environments, Connectivity between areas, Shared City.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

EL JARDÍN DEL TURIA: ORGANIZACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE ESPACIOS EN UN PARQUE LINEAL

THE TURIA GARDEN: ORGANIZATION AND CONSTRUCTION OF SPACES IN A LINEAR PARK

Lola Merino Sanjuán[1,2,3], Mónica Val Fiel[1,2,3], Marina Puyuelo Cazorla[1,2,3]
Dpto. Expresión Gráfica Arquitectónica[1]; Universitat Politècnica de València[2]; ETS de Ingeniería Aeroespacial y Diseño Industrial[3]

Los parques lineales surgen en nuestras ciudades con la finalidad de recuperar el espacio urbano para el peatón y de renaturalizar el entorno urbano, por lo que han llegado a ser una tendencia urbanística con carácter estructural que aporta paisajismo a escala urbana favoreciendo la generación de entornos más amables, que promueven la ciudad "lenta" sin la necesidad de ampliar la ocupación territorial.

Vías de tren fuera de servicio, muelles portuarios degradados o espacios de la trama urbana abandonadas son el soporte ideal para estas nuevas estructuras que reconvierten un contexto hostil en nuevas zonas verdes por las que pasear o montar en bici, en espacios que aportan un contexto que permite el desarrollo de actividades lúdicas, recreativas, deportivas o sociales. Zonas verdes que pasan a ser enclaves de vital importancia para la comunidad ciudadana de la que forman parte, con capacidad para conectar diferentes áreas urbanas, en algunos casos, muy alejadas y totalmente desconectadas, se convierten en ecosistemas de gran valor para la renaturalización de las ciudades, que mejoran la calidad de vida y que mitigan la contaminación y los efectos generados por las islas de calor.

Uno de los principales problemas que presentan este tipo de jardines es la necesidad de ofrecer espacios que aporten diferentes formas de uso en un área de proximidad para el ciudadano, de manera que la accesibilidad a esos contextos se realice por medio de recursos sostenibles, garantizando de este modo las premisas de renaturalización que sustentan su razón de ser. Como se dotan y organizan para que resulten funcionales a los usuarios de proximidad es uno de los principales retos a abordar.

En el caso del Jardín del Turia, referente de parque lineal a nivel internacional por sus particulares características, se han recuperado casi 10 kilómetros de recorrido del lecho del río Turia. El jardín une la ciudad de oeste a este y es línea de encuentro entre la zona norte y la zona sur. Aporta una potente masa vegetal como hilo conductor a través de las diferentes zonas de uso proyectadas (fig. 2), estableciendo continuidad ente ellas y, su diseño, recupera la dimensión humana lo que contribuye a desarrollar espacios vitalistas que favorecen la apropiación del espacio público por los ciudadanos (Gehl, 1998).

El recorrido se fragmenta en 18 tramos (fig.1), los dos últimos (el 17 y el 18) pendientes de desarrollar, delimitados, casi la totalidad, por los diferentes puentes que lo atraviesan y que son el nexo transversal entre la zona norte y la zona sur de la ciudad. Estos tramos, de diferente longitud, nos ofrecen de forma yuxtapuesta, espacios deslindados a actividades lúdicas, recreativas, culturales, deportivas, de socialización, ..., con espacio para las mascotas, acondicionadas con equipamientos de alta frecuentación, con otras de carácter más íntimo y recogido que invitan a la meditación y aislamiento personal. Estas secuencias funcionales se van repitiendo a lo largo del trayecto buscando que todas ellas se encuentren en un itinerario de proximidad para el ciudadano.

La funcionalidad del espacio y la organización con la que nos encontramos responde a los siguientes usos y estructura:

Linear parks have emerged in our cities with the aim of recovering urban space for pedestrians and renaturalizing the urban environment, which is why they have become a structural urban planning trend that provides landscaping on an urban scale, favoring the creation of friendlier environments that promote the "slow" city without the need to expand land occupation.

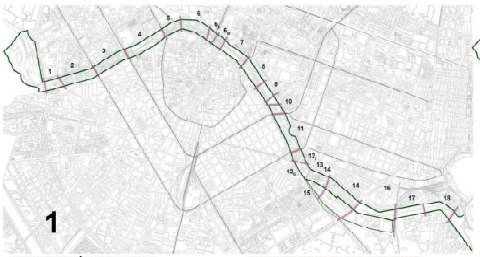
Railway tracks out of service, degraded port docks or abandoned spaces of the urban fabric are the ideal support for these new structures that reconvert a hostile context into new green areas for walking or cycling, into spaces that provide a context that allows the development of leisure, recreational, sporting or social activities. Green areas that become enclaves of vital importance for the citizen community of which they form part, with the capacity to connect different urban areas, in some cases, very distant and totally disconnected, become ecosystems of great value for the renaturalization of cities, which improve the quality of life and mitigate pollution and the effects generated by heat islands.

One of the main problems presented by this type of gardens is the need to offer spaces that provide different forms of use in an area of proximity for the citizen, so that accessibility to these contexts is made through sustainable resources, thus ensuring the premises of renaturalization that support their raison d'être. How they are equipped and organized to be functional for proximity users is one of the main challenges to be addressed.

In the case of the Turia Garden, an international benchmark for a linear park due to its characteristics, almost 10 kilometers of the Turia riverbed have been recovered. The garden links the city from west to east and is the meeting point between the northern and southern zones. It provides a powerful mass of vegetation as a guiding thread through the different projected areas of use (fig. 2), establishing continuity between them, and its design recovers the human dimension, which contributes to the development of vitalist spaces that favor the appropriation of public space by citizens (Gehl, 1998).

The route is divided into 18 sections (fig.1), the last two (17 and 18) still to be developed, delimited, almost entirely, by the different bridges that cross it and that are the transverse link between the northern and southern areas of the city. These sections, of different lengths, offer juxtaposed spaces for leisure, recreational, cultural, sports, socialization, ..., with space for pets, equipped with high frequency equipment, with others of a more intimate and secluded character that invite meditation and personal isolation. These functional sequences are repeated along the route seeking that all of them are in an itinerary of proximity for the citizen.

The functionality of the space and the organization with which we find ourselves responds to the following uses and structure:



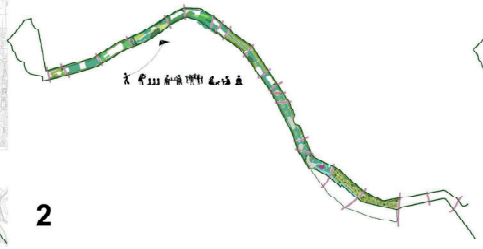
1

ORGANIZACIÓN DEL CAUCE

División funcional del recorrido según tramos delimitados por los diferentes puentes que atraviesan el cauce. Se puede observar como la mayor parte de estos puentes están conectados con las principales vías de circulación que conectan la ciudad entre sí y con los accesos exteriores.

ORGANIZATION OF THE RIVERBED

Functional division of the route according to sections delimited by the different bridges that cross the riverbed. It can be seen how most of these bridges are connected to the main roads that connect the city with each other and with the external accesses.



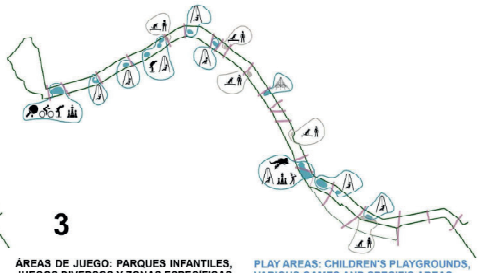
2

USO LIBRE

Los elementos vegetales y la profusa red de caminos marcan el hilo conductor de la totalidad del recorrido. Los espacios que no se ven ocupados por las instalaciones que requieren las actividades de juego, deportivas, socialización, culturales o servicios, quedan a la libre disposición de los usuarios. Todos y cada uno de los tramos cuentan con áreas disponibles sin uso específico, bien para uso individualizado o para realizar actividades grupales.

FREE USE

The vegetal elements and the profuse network of paths mark the guiding thread of the entire route. The spaces that are not occupied by the facilities required for play, sports, socializing, cultural or service activities are at the free disposal of the users. Each and every section has areas available without specific use, either for individual use or for group activities.



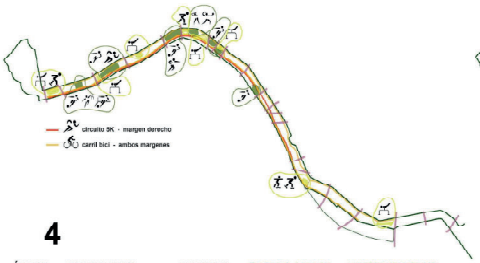
3

ÁREAS DE JUEGO: PARQUES INFANTILES, JUEGOS DIVERSOS Y ZONAS ESPECIFICAS PARA MASCOTAS

Los tramos 1 y 12, se centran exclusivamente en este tipo de actividades. Además de algunas instalaciones propias de los parques infantiles convencionales, desarrollan equipamientos que proponen otras formas de juego como circuito para bicis, mesas de ajedrez, ping pong y petancas (tramo1) o el Gulliver, zona de minigolf y ajedrez gigante (tramo 12).
A lo largo del parque encontramos diferentes zonas de juego organizadas buscando recorridos de proximidad. En estos casos, se sitúan próximas a los puntos de acceso, pero resguardadas y protegidas por elementos vegetales que contribuyen a generar zonas de sombra.

PLAY AREAS: CHILDREN'S PLAYGROUNDS, VARIOUS GAMES AND SPECIFIC AREAS FOR PETS.

Sections 1 and 12 focus exclusively on this type of activities. In addition to some facilities typical of conventional playgrounds, they develop equipment that offer other forms of play such as a bike circuit, chess tables, ping pong and pétanque game (section 1) or the Gulliver, a mini-golf area and giant chess (section 12).
Throughout the park we find different play areas organized by looking for proximity routes. In these cases, they are located near the access points but sheltered and protected by plant elements that help to create shaded areas.



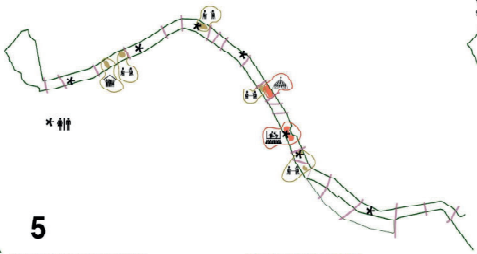
4

ÁREAS DEPORTIVAS y PARQUES SALUDABLES

Las instalaciones deportivas son una opción recurrente en la organización funcional del trazado aportando instalaciones que abarcan una amplia oferta de modalidades, tales como fútbol, futbol sala, baloncesto, rugby, beisbol y softbol, pistas de patinaje, skate y atletismo. Además, sendas marginales del río cuentan con carril bici que recorren la totalidad del trazado y un circuito de corredores 5K que se desarrolla a lo largo del margen derecho, desde el tramo 1 al 11.

SPORTS AREAS and HEALTHY PARKS

Sports facilities are an extended option along the functional organization of the layout, providing facilities that cover a wide range of sports, such as soccer, indoor soccer, basketball, rugby, baseball and softball, skating rinks, skateboarding and athletics. In addition, both banks of the river have bike lanes that run along the entire route and a 5K runners' circuit that runs along the right bank, from sections 1 to 11.



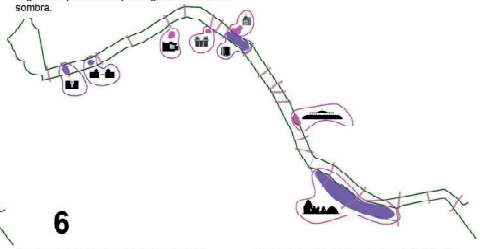
5

ÁREAS DE SOCIALIZACIÓN

El recorrido en su conjunto ofrece múltiples espacios y ambientes para la socialización, pero de manera específica se distribuyen a lo largo del parque instalaciones que propician la reunión y/o concentración de usuarios. Además, en el caso de los tramos 9 y 11, las explanadas construidas en ellos son el soporte adecuado para la realización de eventos multitudinarios como ferias, capoteáculos pirotécnicos o proyecciones de cine.

SOCIALIZATION AREAS

The park as a whole offers multiple spaces and environments for socializing, but there are specific facilities distributed throughout the park that encourage the gathering and/or concentration of users. In addition, in the case of sections 9 and 11, the esplanades built in them are the appropriate support for the realization of multitudinous events such as fairs, pyrotechnic shows or cinema projections.



6

ÁREAS ACTIVIDADES CULTURALES O DIVULGATIVAS

En el tramo 2, con marcado carácter de difusión, están situadas la Casa del Agua, en homenaje al valor del agua y el significado que esta tiene para el desarrollo de la Huerta Valenciana y el Centro Naturia cuya finalidad es la de promover exposiciones y actividades divulgativas y formativas sobre medioambiente urbano y sostenibilidad.
Próximo a los tramos 4 y 5 se encuentra el Instituto Valenciano de Arte Moderno y el recorrido que abarca desde el tramo 5 al 8 discurre en paralelo al núcleo histórico de la ciudad. Ciudad y parque presentan una amplia oferta de actividades culturales.
El Palau de la Música junto a la explanada situada en el cauce hacen del tramo 11 el lugar adecuado para realizar actividades culturales al abierto tales como eventos de jazz o cine de verano.
En los tramos 14, 15 y 16, se sitúa el conjunto edilicio de la Ciudad de las Artes y las Ciencias, el agora ocupada por las instalaciones de CaixaForum y el Oceanogràfic. Estos tramos aportan un escenario singular en el que se dan cita una oferta variada de actividades culturales y sociales.

CULTURAL OR INFORMATIVE ACTIVITIES AREAS

In section 2, with a marked dissemination character, are located the Casa del Agua, in homage to the value of water and its significance for the development of the Huerta Valenciana, and the Centro Naturia, whose purpose is to promote exhibitions and informative and educational activities on urban environment and sustainability.
The Valencian Institute of Modern Art is located near sections 4 and 5, and the route from sections 5 to 8 runs parallel to the historic center of the city. The city and the park offer a wide range of cultural activities.
The Palau de la Música and the esplanade located on the riverbed make section 11 the ideal place for open-air cultural activities such as jazz events or summer cinema.
Sections 14, 15 and 16 contain the building complex of the City of Arts and Sciences, the agora occupied by the CaixaForum and the Oceanogràfic. These sections provide a unique setting for a wide range of cultural and social activities.

Conclusiones

- La organización funcional del jardín lineal del Turia abarca una gran cantidad de usos distribuidos de forma que todos y cada uno de ellos, de algún modo, se encuentran en un recorrido de proximidad para los usuarios. Esta proximidad favorece notablemente su conectividad con el contexto urbano inmediato, siendo de gran utilidad no solo para los usuarios específicos o visitantes/turistas, sino que permiten establecer vínculos entre los barrios adyacentes.

- La distribución funcional y la adecuada dimensión de los espacios crean áreas equilibradas que recuperan la escala humana. El diseño tiene al peatón como punto de partida y se inspira en los principios del nuevo paisajismo, definido por su diversidad, flexibilidad y carácter multifacético.

- En el cauce del jardín se crean entornos que ofrecen una sensación única de confort, promoviendo la desconexión del entorno urbano cercano, facilitando el uso del espacio y propiciando la integración del usuario con la naturaleza.

- La organización funcional refuerza el valor paisajístico del lugar, destacando su capacidad para contribuir a la identidad de la ciudad y convirtiéndolo en un espacio ideal para fomentar las interacciones sociales.

Conclusions

- The functional organization of the Turia linear garden encompasses a large number of uses distributed in such a way that each and every one of them, in some way, are in a proximity route for users. This proximity notably favors its connectivity with the immediate urban context, being of great utility not only for specific users or visitors/tourists but also allowing links to be established between adjacent neighborhoods.

- The functional distribution and the adequate dimension of the spaces create balanced areas that recover the human scale. The design has the pedestrian as its starting point and is inspired by the principles of the new landscaping, defined by its diversity, flexibility and multifaceted character.

- In the garden channel, environments are created that offer a unique sense of comfort, promoting the disconnection from the nearby urban environment, facilitating the use of space and promoting the integration of the user with nature.

- The functional organization reinforces the landscape value of the site, highlighting its ability to contribute to the identity of the city and making it an ideal space to foster social interactions.

- Gehl J. *Ciudades para la gente*. Ediciones Infinito. Buenos Aires. Argentina. 2014.
- Lynch K. *La imagen de la metrópoli*. 1ª edición. 3ª reimp. 2008. Gustavo Gili, SL. Barcelona. 1984. 1998
- Merino Sanjuán, L., Puyuelo Cazorla, M., & Val Fiel, M. (2017). *Design for the Smart Cities. Investigation about citizen's needs and products to improve urban places* (Vol. 26, Número esp1). Informes IMC | Institut. https://doi.org/10.3989/ic.16.026.25.2017.1505070
- Puyuelo, J., Lanigan, P.J., Porta, M. (2009). *La ciudad parecible*. Madrid: CEDEX
- Terrasse-Soler, J. J. (2017, 6 diciembre). *Paisaje líneales. Paisaje+Usos*. https://terrasse.wordpress.com/2017/12/06/paisajes-lineales/

EVOLUCIÓN URBANA DEL ANTIGUO BARRIO DE LA JUDERÍA DE VALENCIA

URBAN EVOLUTION OF THE OLD JEWISH QUARTER OF VALENCIA

Concepción López González
Investigadora en PEGASO Centro de Investigación en Arquitectura, Patrimonio y Gestión Sostenible y adscrita al Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Catedrática de Escuela Universitaria, Doctora Arquitecta. E-mail: mlopezg@ega.upv.es

Pablo Ariel Escudero
Investigador en PEGASO Centro de Investigación en Arquitectura, Patrimonio y Gestión Sostenible. Arquitecto. Becario predoctoral FPI. E-mail: pabes@arq.upv.es

Luis Cortés Meseguer
Investigador en el Centro de Investigación de Tecnología de la Edificación y adscrito al Departamento de Construcciones Arquitectónicas; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Profesor contratado doctor, Doctor en Arquitecta. E-mail: luicorme@upv.es

Jorge García Valldecabres
Investigador en PEGASO Centro de Investigación en Arquitectura, Patrimonio y Gestión Sostenible y adscrit al Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Profesor Titular, Doctor en Arquitecta. E-mail: jgvallde@ega.upv.es

Abstract

This research aims to analyze the urban development that has existed in the surroundings of the building of the Royal Seminary College of Corpus Christi (El Patriarca) in Valencia (Spain). It is an urban area located in the Historic Center of the city. Its urban fabric dates back to Roman times, whose circus reached the vicinity of the Patriarch. It was part of the Muslim city, integrating inside the walls. After the Christian conquest in 1238 it became part of the Jewish quarter and, finally, the group of houses and streets that made up the last Jewish quarter was purchased by Juan de Ribera to build the Royal Seminary College. In the 19th century, Paz Street was opened and in the 20th century, the current Poeta Querol Street was opened through an aggressive intervention that led to the annihilation of the historic urban fabric where five noble houses were located, which were demolished.
This rich urban history is unknown in most cases. The research being carried out aims to introduce the information into a GIS that allows the documentary management of urban historiography

Keywords
Urban planning of Valencia, GIS, Urban historiography, Urban management

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

EVOLUCIÓN URBANA DEL ANTIGUO BARRIO DE LA JUDERÍA DE VALENCIA
URBAN EVOLUTION OF THE OLD JEWISH QUARTER OF VALENCIA

Concepción López González[1] Pablo Ariel Escudero[1] Luis Cortés Meseguer[1] Jorge García Valldecabres[1]
Centro de investigación en Arquitectura, Patrimonio y Gestión para el Desarrollo Sostenible (PEGASO) / Universitat Polltècnica de València[1] / mlopezg@ega.upv.es

INTRODUCCIÓN

Esta investigación se realiza en el marco del proyecto de investigación "Análisis y desarrollo de la integración HBIM en SIG para la creación de un protocolo de planificación turística del patrimonio cultural de un destino (HBIMSIG-TURISMO)" (PID2020-119088RB-I00) subvencionado por el Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España. En este proyecto se pretende analizar aspectos como la conservación preventiva y la gestión del uso público a partir de las potencialidades que ofrece HBIM para la gestión de edificios históricos y SIG para la gestión espacial del territorio donde se encuentran. El estudio se realiza sobre tres edificios religiosos de la ciudad de Valencia seleccionados por su importancia arquitectónica, cultural y turística: La Catedral, la iglesia de San Juan del Hospital y el Real Colegio Seminario de Corpus Christi, llamado tradicionalmente *el Patriarca*. En el proyecto cobra gran importancia el análisis del entorno territorial sobre el que se asientan estos tres conjuntos arquitectónicos. En esta aportación nos centramos en el entorno del *Patriarca*. Se trata de una parte de la ciudad con un valor histórico y patrimonial y ciertamente desconocida para la mayoría de los ciudadanos.

INTRODUCTION

This research is carried out within the framework of the research project "Analysis and development of HBIM integration in GIS for the creation of a tourism planning protocol for the cultural heritage of a destination (HBIMSIG-TURISMO)" (PID2020-119088RB-I00) subsidized by the Ministry of Science and Innovation of the Government of Spain. This project aims to analyze aspects such as preventive conservation and management of public use based on the potential offered by HBIM for the management of historic buildings and GIS for the spatial management of the territory where they are located. The study is carried out on three Religious buildings in the city of Valencia selected for their architectural, cultural and tourist importance: The Cathedral, the church of San Juan del Hiospital and the Royal College Seminary of Corpus Christi, traditionally called the Patriarch. In the project, the analysis of the territorial environment on which these three architectural groups are based is of great importance. In this contribution we focus on the Patriarch's environment. This is a part of the city with historical and heritage value and certainly unknown to most citizens.



Figura 1. Área de estudio
Figure 1. Study area

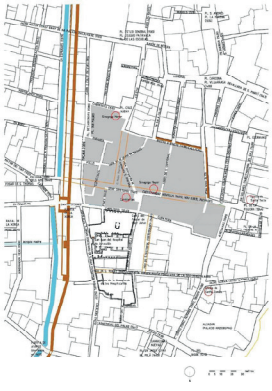


Figura 2. La primera judería (1273) sobre plano de Tosca (1704). Nuevas calles (1400) (color naranja)
Figure 2. The first Jewish quarter (1273) on the plan of Tosca (1704). New streets (1400) (orange color)

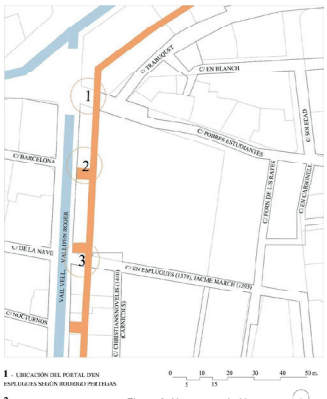


Figura 3. Nuevo portal abierto en la muralla
Figure 3. New open door in the wall

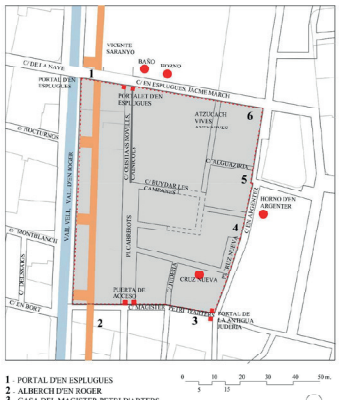


Figura 4. Judería nueva
Figure 4. New Jewish quarter

OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

En esta investigación se pretende trasladar a un Sistema de Información Geográfica (SIG) los datos relativos a la evolución urbana que ha tenido el entorno del Patriarca a lo largo de los años desde que la ciudad fue conquistada por Jaime I en 1238. Para ello han sido consultados los planos de la ciudad, desde el más antiguo (Mancelli, 1608) hasta el castastro actual. Se han consultados las fuentes bibliográficas que en mayor medida aportan datos sobre los cambios urbanos en esta zona: *Llibre del Repartiment; Libro de Compras de casas encorporadas en el Collegio y Seminario fundado por el Ilustrísimo señor Don Juan de Ribera, Patriarcha y Arçobispo de Valencia.* (Archivo del Colegio del Patriarca); *La imagen grabada de la ciudad de Valencia entre 1499 y 1695* (tesis doctoral de Cisneros Álvarez, 2012); *Quinientos planos de alineación de la ciudad de Valencia (1860-1909*) (Faus Prieto, 2018, Cuadernos de Geografía); *Cartografía histórica de la ciudad de valencia. 1704-1910* (Taberner et al., 1985); *Nuevas aportaciones al estudio del recinto de la Judería de Valencia delimitado en 1244* (López González, 2014, Sefarad); *Trazado y apertura de la calle de la Paz: del sventramento a la protección patrimonial* (Taberner, 2003, Historia de la ciudad III); *Revisión y nuevas contribuciones al límite meridional y oriental de la segunda judería de valencia y fijación de los límites de la tercera y última judería. 1390-1392-1492* (López González y Máñez Testor, 2019, Sefarad); *Evolution of the urban image of the University of Valencia district seen through historical cartography and architectural drawings* (López González y Taberner Pastor, 2019, Disegnarecon). Los datos extraídos se trasladaron a AutoCad y finalmente fueron implementados en SIG mediante el software ArcGIS..

OBJECTIVES AND METHODOLOGY

This research aims to transfer to a Geographic Information System (GIS) the data related to the urban evolution that the Patriarch's environment has had over the years since the city was conquered by James I in 1238. To do this, they have The plans of the city have been consulted, from the oldest (Mancelli, 1608) to the current castastro. The bibliographic sources that provide the greatest data on urban changes in this area have been consulted: Llibre del Repartiment; Libro de Compras de casas encorporadas en el Collegio y Seminario fundado por el Ilustrísimo señor Don Juan de Ribera, Patriarcha y Arçobispo de Valencia. (Archivo del Colegio del Patriarca); La imagen grabada de la ciudad de Valencia entre 1499 y 1695 (tesis doctoral de Cisneros Álvarez, 2012); Quinientos planos de alineación de la ciudad de Valencia (1860-1909) (Faus Prieto, 2018, Cuadernos de Geografía); Cartografía histórica de la ciudad de valencia. 1704-1910 (Taberner et al., 1985); Nuevas aportaciones al estudio del recinto de la Judería de Valencia delimitado en 1244 (López González, 2014, Sefarad); Trazado y apertura de la calle de la Paz: del sventramento a la protección patrimonial (Taberner, 2003, Historia de la ciudad III); Revisión y nuevas contribuciones al límite meridional y oriental de la segunda judería de valencia y fijación de los límites de la tercera y última judería. 1390-1392-1492 (López González y Máñez Testor, 2019, Sefarad); Evolution of the urban image of the University of Valencia district seen through historical cartography and architectural drawings (López González y Taberner Pastor, 2019, Disegnarecon). The extracted data was transferred to AutoCad and finally implemented in GIS using ArcGIS software.

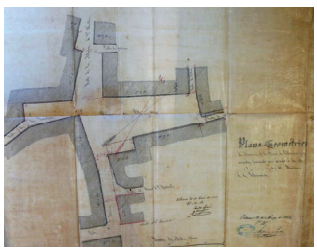


Fig. 5 Plano de nuevas alineaciones en la plaza de Vilarrasa. Carlos Spair y Pérez. 1862. Archivo Histórico Municipal
Fig. 5 Plan of new alignments in the Vilarrasa square. Carlos Spair y Pérez. 1862. Municipal Archive

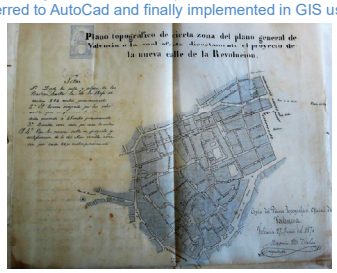


Fig. 6 Área a la que afecta la Propuesta de reestructuración urbana. Joaquín M. Calvo.1870. Archivo Histórico Municipal
Fig. 6 Área a la que afecta la Propuesta de reestructuración urbana. Joaquín M. Calvo.1870. Archivo histórico municipal



Fig. 7 Sección 9. Plano Geométrico. Anónimo.1892. Archivo Histórico Municipal
Fig. 7 Section 9. Geometric Plane. Anonymous.1870. Municipal historical archive



Fig. 8 Alineaciones en calle Poeta Querol. Camilo Grau Soler.1950. Archivo Histórico Municipal
Fig. 8 Lineups on Poeta Querol street. Camilo Grau Soler.1950. Municipal Historical Archive

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Se establecen tres etapas de transformaciones o *sventramentos* importantes en el área de estudio (fig. 1): 1) Tras la conquista de Valencia en 1238, cerrando y amurallando una parte del barrio entre San Juan y el Patriarca, destinado a judería (fig. 2 y 3); 2) Compra de casas y calles que habían ocupado el último recinto de la judería para la construcción del Real Colegio de Corpus Chrisiti (fig. 4); 3) Apertura de la actual calle de Poeta Querol (fig. 5, 6, 7, 8 y 9)

RESULTS AND CONCLUSIONS

Three stages of important transformations or *sventramenti* are established in the study area.(fig. 1): 1) After the conquest of Valencia in 1238, closing and walling a part of the neighborhood between San Juan and the Patriarca, destined for a Jewish quarter (fig. 2 and 3); 2) Purchase of houses and streets that had occupied the last area of the Jewish quarter for the construction of the Royal College of Corpus Chrisiti (fig. 4); 3) Opening of the current Poeta Poeta Querol street (fig. 5, 6, 7, 8 and 9)

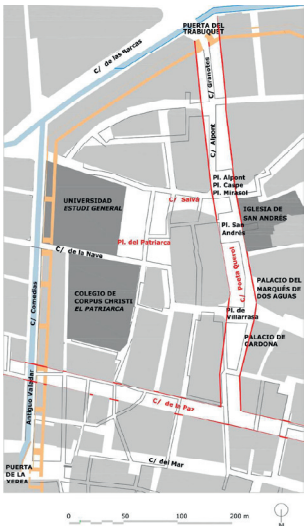


Fig. 9 Transformaciones de los siglos XIX y XX
Fig. 9 Transformations of the 19th and 20th centuries

©2025, ETS de Ingeniería de Edificación, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA - 276

ESPACIO LIBRE Y SOSTENIBILIDAD URBANA: EL CASO DE LA CIUDAD DE VALENCIA "NUEVOS DESAFIOS Y OPORTUNIDADES"

OPEN SPACE AND URBAN SUSTAINABILITY: THE CASE OF THE CITY OF VALENCIA 'NEW CHALLENGES AND OPPORTUNITIES

Mª Emilia Casar Furio
Investigadora en el Dpto. de Urbanismo y perteneciente al centro de investigación PEGASO, Centro de Investigación en Arquitectura, Patrimonio y Gestión para el Desarrollo Sostenible; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Profesora Titular de Universidad, Doctora en Derecho por la UPV. E-mail: macafu@urb.upv.es
Researcher in the Department of Urban Planning and belonging to PEGASO, Centre for Research in Architecture, Heritage and Management for Sustainable Development; Polytechnic University of Valencia; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, Spain. University Professor, PhD in Law from the UPV. E-mail: macafu@urb.upv.es
Mª Jesús Romero Aloy
Investigadora en el Dpto. de Urbanismo y perteneciente al centro de investigación ACUMA, Acuicultura y Medio Ambiente; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Profesora Titular de Universidad, Doctora en Derecho por la UPV. E-mail: maroal1@urb.upv.es
Researcher in the Department of Urban Planning and belonging to the ACUMA, Aquaculture and Environment research center; Polytechnic University of Valencia; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, Spain. University Professor, PhD in Law from the UPV. E-mail: maroal1@urb.upv.es

Abstract

Aiming for a sustainable urban model, a friendly city, it is a question of carrying out urban projects that favour an improvement in the space for public use. This involves a change in the mobility model towards sustainable mobility; more public space; generation of new uses; more greenery and promotion of vegetation as opposed to cold asphalt; reduction of space for private vehicles, etc. All these new trends and measures are included in the valuing of open space as a public endowment from the Valencian urban planning legality without the rigorous requirements standardised in the past for the green areas of which it forms part in its current consideration. The legal viability means that the new consideration of the space can be tackled, going further, as can be seen in the examples of the superblocks or 'superislands' of La Petxina and Orriols, which are the first Valencian cases with precedents in other Spanish and European green cities.

The idea is to combine several 'blocks' blocks or buildings, delimiting a common space, which will change into a space at the service of the pedestrian. It is committed to recovering the city for the use of citizens, generating new areas, improving the environment against pollution, including noise pollution, for the benefit of the city and the environment.

Keywords

Comunidad Valenciana; urban sustainability; open space; public use; superblock; superisland; superilla

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

ESPACIO LIBRE Y SOSTENIBILIDAD URBANA: EL CASO DE LA CIUDAD DE VALENCIA "NUEVOS DESAFIOS Y OPORTUNIDADES"

OPEN SPACE AND URBAN SUSTAINABILITY: THE CASE OF THE CITY OF VALENCIA 'NEW CHALLENGES AND OPPORTUNITIES'

Mª Emilia Casar Furió Mª Jesús Romero Aloy[2]
Departamento de Urbanismo[1,2] / Universitat Politècnica de València[1,2]/ Escuela Técnica Superior de Edificación[1,2]

INTRODUCCION

Partiendo de la consideración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, el Objetivo 11 trata de lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Las ciudades representan el futuro de la vida global, con notable ascenso de la población mundial y teniendo en cuenta que mayoritariamente ésta vive en áreas urbanas. Por su parte, las zonas urbanas son la fuente de muchos de los problemas medioambientales actuales, por parte de los gobiernos y las autoridades locales puede aportarse el compromiso y la innovación necesarios para abordar y resolver muchos de estos problemas.
Como antecedentes inmediatos pueden destacarse Barcelona, A Coruña o Vitoria, esta última la primera ciudad de España que tuvo una supermanzana obteniendo el nombramiento como European Green Capital en 2012, galardón otorgado a la ciudad europea de más de 100.000 habitantes que ha demostrado liderazgo en materia de sostenibilidad medioambiental, social y económica, https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/was/contenidoAction.do?idioma=es&uid=u_1ece7137_1808d49c80c__7f27 (10/01/25)

INTRODUCTION

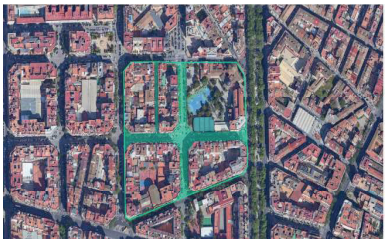
Building on the consideration of the Sustainable Development Goals, Goal 11 seeks to make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable. Cities represent the future of global life, with the world's population growing significantly and the majority of the world's population living in urban areas. As urban areas are the source of many of today's environmental problems, governments and local authorities can provide the commitment and innovation needed to address and solve many of these problems. Immediate precedents include Barcelona, A Coruña and Vitoria, the latter being the first city in Spain to have a superblock, obtaining the designation as European Green Capital in 2012, an award given to the European city of more than 100,000 inhabitants that has demonstrated leadership in environmental, social and economic sustainability, https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/was/contenidoAction.do?idioma=es&uid=u_1ece7137_1808d49c80c__7f27 (10/01/25)

OBJETIVO: se trata de sumar varias "manzanas" -bloques o edificios- para delimitar un espacio conjunto entre ellas. Un espacio que, normalmente, pasará de ser dominio del tráfico rodado para ser un espacio peatonal; se pierden aparcamientos y tramos para vehículos en pro de "recuperar" la ciudad para el uso ciudadano; parques, zonas verdes, juegos., etc. En definitiva, generando nuevas zonas, nuevos espacios peatonales, disminución del tráfico, y por ende menos contaminación, apuntando a un urbanismo sostenible.
OBJECTIVE: the aim is to combine several 'blocks' -blocks or buildings- to delimit a joint space between them. A space that, normally, will pass from being the domain of vehicular traffic to become a pedestrian space; car parks and stretches for vehicles are lost in favour of 'recovering' the city for citizen use; parks, green areas, playgrounds, etc. In short, generating new areas, new pedestrian spaces, less traffic, and therefore less pollution, aiming at sustainable urban planning.

NUEVOS DESAFÍOS:

En la ciudad de Valencia y apuntando a la disminución de la contaminación acústica y atmosférica, se procede a crear un nuevo espacio ciudadano resultando así la primera gran manzana valenciana, ubicada en el cruce de la calle Palleter con Calixto III, en pleno barrio de La Petxina, con su consolidación en marzo de 2023. https://valenciaplaza.com/arrancan-obras-supermanzana-petxina (10/01/25)

NEW CHALLENGES: In the city of Valencia and aiming to reduce noise and air pollution, a new citizen space is being created, resulting in the first large Valencian block, located at the intersection of Calle Palleter and Calixto III, in the heart of the La Petxina neighbourhood, with its consolidation in March 2023.





Figs nºs 1y 2. Primera supermanzana valenciana "La Petxina"/ First Valencian superblock 'La Petxina', https://flatmagazine.es/en-la-ciudad/valencia-inaugura-su-primera-supermanzana/ (10/01/25)

DELIMITACION: el ámbito de intervención de la Supermanzana de La Petxina está definido por la Calle Palleter (entre C/Literato Gabriel Miró y C/Erudito Orellana), la Calle Calixto III (entre Gran Vía Fernando el Católico y C/Juan Llorens) y la Calle Padre Rico. El ámbito incluye tres centros educativos: el Colegio Escolapias, el Colegio Jesús María y el CEIP Teodoro Llorente/Specifically, the area of intervention of the Superblock of La Petxina is defined by Calle Palleter (between C/Literato Gabriel Miró and C/Erudito Orellana), Calle Calixto III (between Gran Vía Fernando el Católico and C/Juan Llorens) and Calle Padre Rico. The area includes three educational centres: Colegio Escolapias, Colegio Jesús María and CEIP Teodoro Llorente.





Figs. nºs 3 y 4. Antes y después la superilla La Petxina/ Before and after the superilla La Petxina https://www.valencia.es/cas/urbanismo/proyectos-urbanos/-/content/superilla-la-petxina (10/01/25)

Deberá atenderse a la operatividad y efectos a generar, así mismo a la calidad ambiental (del ambiente y del ruido), estrechamente relacionado con la movilidad (reducción del vehículo, etc); del mismo modo, advertirse la redistribución del espacio debiendo, sin duda, ir ligada al aumento en su uso; movilidad en relación a la afluencia de personas en cualquier caso (preferencia peatonal, cambio de hábitos y dinámicas, conexión efectiva, transporte público, accesibilidad, etc.); comercio tradicional, en lo que refiere comercio de proximidad, hábitos de consumo, etc; condiciones socioeconómicas (control de fenómenos fruto de la globalización, etc). Debiendo propiciarse un seguimiento, no solo en la fase inicial de implantación si no de rendimiento de resultados a través del tiempo/ Attention should be paid to the operability and effects to be generated, as well as to environmental quality (of the environment and noise), closely related to mobility (reduction of vehicles, etc.); likewise, the redistribution of space should be noted and should undoubtedly be linked to the increase in its use; mobility in relation to the influx of people in any case (pedestrian preference, change of habits and dynamics, effective connection, public transport, accessibility); traditional commerce, in terms of local commerce, consumer habits; socio-economic conditions (control of phenomena resulting from globalisation). Monitoring should be encouraged, not only in the initial phase of implementation, but also in the performance of results over time

https://www.valencia.es/documents/20142/9619718/Evaluacion_supermanzana_Petxina_-_informe_final_07_0.pdf/60a10833-8b95-b07e-7bf5-8303639abbf0?t=1712138211835 (12/10/25)

Otro ejemplo, no exento de polémica es la supermanzana de Orriols/ Another controversial example is the Orriols superblock.



Fig.nº 5. Superilla de Orriols, https://www.valencia.es/es/-/supermanzana-orriols-1 (12/01/25)



Fig. nº 6. Recreación Orriols, que comprende el entramado de las calles Pare Viñas, Duc de Mandas, San Vicent de Paül y Reig Genovés, e integrará y conctará algunos espacios ya peatonalizados en el entorno del núcleo histórico tradicional de Orriols, así como el jardín de la Ermita y el CEIP Bartolomé Cossío/ Orriols recreation, delimitation

https://www.levante-emv.com/valencia/2023/06/14/gobierno-saliente-inicia-obras-supermanzana-88691447.html (12/01/25).

OPORTUNIDADES: el marco legal establecido en el TRLOTUP 21, desde la modificación operada a la normativa urbanística en 2019 (Anexo IV, junto con el parque (VP), el jardín (VJ), y, el área de juego (VA), se recoge el espacio libre (EL), como estándar urbanístico y normalización de determinaciones urbanísticas. Se trata de "aquellas áreas de uso público de superficie superior a 400 m² que posibiliten el encuentro, el paseo y la relación social entre la ciudadanía, sin poseer las condiciones exigidas a las zonas verdes, como plazas u otro tipo de áreas estanciales"/ OPPORTUNITIES: the legal framework established in the TRLOTUP 21, since the modification made to the urban planning regulations in 2019 (Annex IV, together with the park, the garden, and the play area, includes the open space, as an urban planning standard and standardisation of urban planning determinations. These are 'those areas for public use with a surface area of more than 400 m² that make meeting, strolling and social relations between citizens possible, without having the conditions required of green areas, such as squares or other types of recreational areas'/.

CONCLUSIONES/ CONCLUSION:
Se trata de un cambio en el modelo de movilidad hacia la movilidad sostenible; más espacio público y generación de nuevos usos; puesta en valor de la vegetación; reducción del espacio destinado al vehículo privado. En líneas generales, se apuesta por una ciudad más sostenible y amigable/Aims for a more sustainable and friendly city.

ARQUITECTURA RESILIENTE: PROTECCIÓN DE EDIFICIOS CONTRA INUNDACIONES. Especial referencia a los efectos producidos por la DANA de octubre de 2024

RESILIENT ARCHITECTURE: PROTECTING BUILDINGS AGAINST FLOODS. Special reference to the effects produced by the DANA of October 2024

Mª Jesús Romero Aloy
Investigadora en el Dpto. de Urbanismo y perteneciente al centro de investigación ACUMA, Acuicultura y Medio Ambiente; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Profesora Titular de Universidad, Doctora en Derecho por la UPV. E-mail: maroal1@urb.upv.es
Researcher in the Department of Urban Planning and belonging to the ACUMA, Aquaculture and Environment research center; Polytechnic University of Valencia; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, Spain. University Professor, PhD in Law from the UPV. E-mail: maroal1@urb.upv.es

Mª Emilia Casar Furio
Investigadora en el Dpto. de Urbanismo y perteneciente al centro de investigación PEGASO, Centro de Investigación en Arquitectura, Patrimonio y Gestión para el Desarrollo Sostenible; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Profesora Titular de Universidad, Doctora en Derecho por la UPV. E-mail: macafu@urb.upv.es
Researcher in the Department of Urban Planning and belonging to PEGASO, Centre for Research in Architecture, Heritage and Management for Sustainable Development; Polytechnic University of Valencia; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, Spain. University Professor, PhD in Law from the UPV. E-mail: macafu@urb.upv.es

Ángel Trinidad Tornel
Investigador en el Dpto. de Urbanismo; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Profesor Ayudante Doctor, Doctor en Derecho por la UPV. E-mail: antritor@urb.upv.es
Researcher in the Department of Urban Planning; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, Spain. Assistant Professor PhD, Doctor of Law from the UPV. Email: antritor@urb.upv.es

Abstract

Floods in Spain constitute the natural catastrophe that for centuries has produced the greatest damage, both material and loss of human life, so the fight against the negative effects of this risk has historically been a constant in hydrological, urban planning and the civil It is a reality that the risk of flooding, as a natural risk, has been increased by urban occupation in risk spaces, which increases the natural danger and can be considered a risk or even a catastrophe due to this anthropic vulnerability. When rains of moderate intensity occur, understood as a natural phenomenon, the river channels once again recover their functionality, transforming these urbanized areas into high-risk areas since they have been occupied by humans without taking into account their name. flood zone. Thus, new constructions aggravate potential flooding due to the pressure they place on the natural terrain adjacent to the channels, preventing the free flow of water and forming "dams" that aggravate the risk of flooding. For this reason, it is highly necessary to adapt existing buildings to the risk of flooding to prevent damage to people and things.
The work proposes a *lege ferenda* in order to apply the construction measures included in the PATRICOVA in the reconstruction tasks of the affected buildings in order to minimize the consequences of future floods.

Keywords

Community of Valencia; resilience; Floods; Dana; risk; anthropic change; climate change

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

ARQUITECTURA RESILIENTE: PROTECCIÓN DE EDIFICIOS CONTRA INUNDACIONES. Especial referencia a los efectos producidos por la DANA de octubre de 2024

RESILIENT ARCHITECTURE: PROTECTING BUILDINGS AGAINST FLOODS. Special reference to the effects produced by the DANA of October 2024

Mª Jesús Romero Aloy [1, 2, 3], Mª Emilia Casar Furió [1, 2, 3], Ángel Trinidad Tornel [1, 2, 3]
Dpto. de Urbanismo[1]; Universitat Politècnica de València[2]; ETS. Ingeniería de Edificación[3]
Dpto. de Urbanismo[1]; Universitat Politècnica de València[2]; ETS Arquitectura[3]
Dpto. de Urbanismo[1]; Universitat Politècnica de València[2]; ETS. Ingeniería de Edificación[3]

INTRODUCCIÓN

Las inundaciones en España constituyen la catástrofe natural que durante siglos ha producido los mayores daños tanto materiales como en pérdida de vidas humanas, por lo que la lucha contra los efectos negativos de este riesgo ha sido históricamente una constante de la planificación hidrológica, urbanística y de la civil. Es una realidad que el riesgo de inundación, como riesgo natural, se ha visto aumentado por la ocupación urbana en espacios de riesgo, que aumenta el peligro natural pudiendo llegar a considerarse un riesgo o, incluso, catástrofe por esa vulnerabilidad antrópica. Cuando se producen las lluvias de intensidad moderada entendidas como fenómeno natural, los cauces de los ríos vuelven a recuperar su funcionalidad pasando a transformar estas zonas urbanizadas en zonas de alto riesgo puesto que han sido ocupadas por el ser humano sin tener en cuenta su denominación de zona inundable. Así, las nuevas construcciones agravan las potenciales inundaciones por la presión que llevan a cabo en el terreno natural colindante a los cauces impidiendo el flujo libre de las aguas y formando "presas" que agravan el riesgo de inundación. Por este motivo, resulta altamente necesario adaptar las edificaciones existentes al riesgo de inundación para prevenir daños sobre personas y cosas.



Imagen 1. Imagen áerea tras el paso de la Dana por Valencia. Noviembre 2024.
Image 1. Aerial image after the Dana passes through Valencia. November 2024.

INTRODUCTION

Floods in Spain constitute the natural catastrophe that for centuries has produced the greatest damage, both material and loss of human life, so the fight against the negative effects of this risk has historically been a constant in hydrological, urban planning and the civil It is a reality that the risk of flooding, as a natural risk, has been increased by urban occupation in risk spaces, which increases the natural danger and can be considered a risk or even a catastrophe due to this anthropic vulnerability. When rains of moderate intensity occur, understood as a natural phenomenon, the river channels once again recover their functionality, transforming these urbanized areas into high-risk areas since they have been occupied by humans without taking into account their name. flood zone. Thus, new constructions aggravate potential flooding due to the pressure they place on the natural terrain adjacent to the channels, preventing the free flow of water and forming "dams" that aggravate the risk of flooding. For this reason, it is highly necessary to adapt existing buildings to the risk of flooding to prevent damage to people and things.

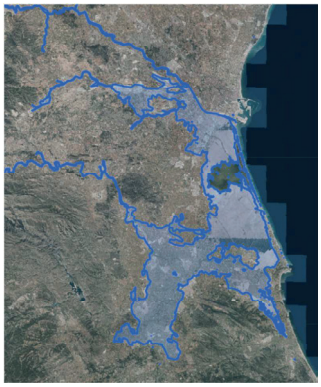


Imagen 3. Delimitación del área inundada. Fuente visor Terrasit
Image 3. Delimitation of the flooded area. Terrasit viewer font

OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo pretende plantear una propuesta para el establecimiento de un régimen jurídico excepcional en suelo urbano consolidado por la edificación en el que los propietarios ya han patrimonializado, que plantee la adecuación de las edificaciones existentes a las condiciones edificatorias que establece el Plan de Acción Territorial de Zonas Inundables de la Comunidad Valenciana –PATRICOVA- de 2015, todas ellas mejoradas y adoptadas a nuevas cotas de inundación. Se trata de una propuesta *lege ferenda* que amplíe la previsión del reciente Decreto Ley 20/2024, de 30 de diciembre, del Consell, de medidas urbanísticas urgentes para favorecer las tareas de reconstrucción tras los daños producidos por la DANA que, este sentido, únicamente prevé la adecuación de las construcciones a las normas del PATRICOVA cuando se realice la completa reconstrucción de la edificación.



Imagen 2. Efectos de la Dana en edficiaciones. Picanya. 4 noviembre 2024
Image 2. Effects of Dana on buildings. Picanya. November 4, 2024

OBJETIVES

The objective of this work is to propose a proposal for the establishment of an exceptional legal regime on urban land consolidated by the building in which the owners have already owned assets, which would propose the adaptation of the existing buildings to the building conditions established by both the Plan of Territorial Action for Flood Zones of the Valencian Community -PATRICOVA- of 2015. This is a *lege ferenda* proposal that expands the provision of the recent Decree Law 20/2024, of 30 December, of the Consell, on urgent urban planning measures to promote reconstruction tasks after the damage caused by the DANA which, in this sense, only provides for the adaptation of the constructions to the PATRICOVA standards when the complete reconstruction of the building is carried out.

CONDICIONES DEL PATRICOVA DE ADECUACIÓN PARA EDIFICACIONES EXISTENTES:

1) Acceso a la cubierta o azotea a través de una escalera desde el interior del inmueble en todas las zonas cuya cota de inundación supere los 80 cm. Fundamentalmente, esta norma de aplicación directa se debería implantar en aquellas edificaciones del tipo "casas de pueblo" de planta baja. Esta solución habría salvado a muchas personas que fallecieron en su domicilio por el efecto ratonera.
2) Prohibición de usos residenciales, industriales y comerciales (salvo almacenaje) en cota inferior a la rasante de la calle.
3) Adecuación de los sótanos o semisótanos exclusivamente para el aparcamiento de vehículos garantizando la estanqueidad hasta una altura mínima de 1 metro, modificando el sistema de drenaje conectado a la red de alcantarillado con sistema de bombeo independiente, y con rampa de acceso sobreelevada 10 cm sobre la rasante de la acera.
4) Sustituir los huecos de fachada con altura inferior a 2 metros con respecto a la rasante de la calle por puertas, ventanas y cerramientos de fachada estancos al menos hasta una altura de 1,5 metros.



Imagen 4. Escalera interior
Image 4. Internal staircase



Imagen 5. Puerta estanca
Image 5. Watertight door



Imagen 6. Ventana estanca
Image 6. Watertight window

CONDITIONS OF THE PATRICOVA OF ADAPTATION FOR EXISTING BUILDINGS:

1) Access to the roof or roof terrace via a staircase from inside the property in all areas whose flood level exceeds 80 cm. Basically, this rule of direct application should be implemented in those buildings of the type of "town houses" on the ground floor. This solution would have saved many people who died at home due to the mousetrap effect.
2) Prohibition of residential, industrial and commercial uses (except storage) at a level below street level.
3) Adaptation of the basements or semi-basements exclusively for the parking of vehicles, guaranteeing watertightness up to a minimum height of 1 meter, modifying the drainage system connected to the sewerage network with an independent pumping system, and with an access ramp raised 10 cm above the level of the sidewalk.
4) Replace façade openings with a height of less than 2 metres with respect to street level with doors, windows and façade enclosures that are watertight to a height of at least 1.5 metres.

Conclusiones

La propuesta de inclusión de esta *lege ferenda* se realiza al objeto de minimizar las consecuencias de las inundaciones reduciendo la vulnerabilidad de las edificaciones existentes e intentando que los daños a las personas y a los bienes sean los menores posibles.

Con la aplicación de las medidas constructivas del PATRICOVA a edificaciones existentes se pretende reducir el impacto de las inundaciones en los edificios, planteando soluciones constructivas para estar preparados y adaptados ante el riesgo de inundación, que se ha visto agudizado por el cambio climático y por el cambio antrópico del territorio.

Por lo tanto, la arquitectura resiliente debe ser una herramienta indispensable para enfrentarse a fenómenos meteorológicos adversos como la reciente DANA que asoló a 75 municipios de la provincia de Valencia.

Conclusions

The proposal for the inclusion of this lege ferenda is made in order to minimise the consequences of floods by reducing the vulnerability of existing buildings and trying to reduce the damage to people and property as little as possible.

With the application of the PATRICOVA construction measures to existing buildings, the aim is to reduce the impact of flooding on buildings, proposing construction solutions to be prepared and adapted to the risk of flooding, which has been exacerbated by climate change and by the anthropic change of the territory.

Therefore, resilient architecture must be an indispensable tool to deal with adverse weather phenomena such as the recent DANA that devastated 75 municipalities in the province of Valencia.

LA IMPORTANCIA DEL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO Y TERRITORIAL EN LA GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN: REFLEXIONES TRAS LA DANA EN VALENCIA

THE IMPORTANCE OF URBAN AND TERRITORIAL PLANNING CONCERNING FLOOD RISK MANAGEMENT: REFLECTIONS AFTER THE DANA IN VALENCIA

Vicente Calabuig Montesinos
Departament Architecturals Constructions; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia
Prof associated, PhD UPV. E-mail:vicentcalabuigmontesinos@hotmail.com
Carla De-Juan-Ripoll
Departament Architecturals Constructions; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia
Prof associated, PhD UPV. E-mail:carladejuan@gmail.com
Ester Martínez Beltrán
Departament Architecturals Constructions; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia
Prof associated, PhD UPV. E-mail:esmarbel@csa.upv.es
Luis Manuel Palmero Iglesias
Researcher and professor in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València, Building Engineer, Master in Concrete Engineering, PhD by the UPV and Università of Florence, Italy.Dr.h.C. by Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture. E-mail:lpalmero@csa.upv.es
Pilar Rodrigo Catalán
Departament Architecturals Constructions; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia
Prof associated, PhD UPV. E-mail:pilar.rodrigocatalan@gmail.com
Lucía Tordera Llisterri
Departament Architecturals Constructions; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia
Prof associated, PhD UPV. E-mail:torderalucia@gmail.com

Abstract

All the benefits that have favored the intensive use of the Valencian coastline coexist at the same time with threats inherent to the territory itself and its orography, among which is the danger of flooding, directly related to the alluvial origin of the coastal plain where most of the population, infrastructures and productive uses of the Valencian Community are concentrated today The recent disaster associated with the heavy rains caused by the DANA of October 2024 has highlighted the weakness of our territory against floods. Next, we proceed to evaluate the strengths and weaknesses of the current territorial planning in terms of flooding: Territorial Action Plan of sectorial character on Flood Risk Prevention in the Valencian Community (PATRICOVA), as well as urban planning. At the same time, we propose some objectives whose fulfillment is considered necessary to enhance the strengths and mitigate the weaknesses exposed.

Keywords
Dana, tragedy, solidarity, resilience, construction

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

LA IMPORTANCIA DEL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO Y TERRITORIAL EN LA GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN: REFLEXIONES TRAS LA DANA EN VALENCIA

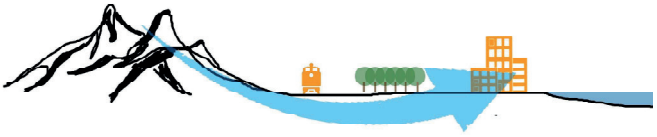
THE IMPORTANCE OF URBAN AND TERRITORIAL PLANNING CONCERNING FLOOD RISK MANAGEMENT REFLECTIONS AFTER THE DANA IN VALENCIA

Calabuig Montesinos, V.[1,2,3] ; De-Juan-Ripoll, C.[1,2,3]; Martínez Roldán, E.[1,2,3]; Palmero Iglesias, L.[1,2,3] ;Rodrigo Catalán, P.[1,2,3];Tordera Llisterri, L.[1,2,3]
Dpto. Construcciones Arquitectónicas [1]; Universitat Politècnica de València [2]; ETSIE Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación[3]

LA LLANURA ALUVIAL VALENCIANA Y EL RIESGO DE INUNDACIÓN

Todas las bondades que han favorecido el uso intensivo del litoral valenciano conviven al mismo tiempo con amenazas inherentes al propio territorio y su orografía, entre las que destaca la peligrosidad de inundación, directamente relacionada con el origen aluvial de la llanura costera donde hoy en día se concentran la mayor parte de población, infraestructuras y usos productivos de la Comunitat Valenciana.

El reciente desastre asociado a las fuertes lluvias ocasionados por la DANA de octubre de 2024 ha puesto en evidencia la debilidad de nuestro territorio frente a las inundaciones. A continuación, procedemos a evaluar las fortalezas y debilidades del planeamiento territorial vigente en materia de inundabilidad: Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre prevención del Riesgo de Inundación en la Comunitat Valenciana (PATRICOVA), así como del planeamiento urbanístico. Al mismo tiempo, planteamos unos objetivos cuyo cumplimiento se considera necesario para potenciar las fortalezas y mitigar las debilidades expuestas.



THE VALENCIAN ALLUVIAL PLAIN AND FLOOD RISK

All the benefits that have favored the intensive use of the Valencian coastline coexist at the same time with threats inherent to the territory itself and its orography, among which is the danger of flooding, directly related to the alluvial origin of the coastal plain where most of the population, infrastructures and productive uses of the Valencian Community are concentrated today.

The recent disaster associated with the heavy rains caused by the DANA of October 2024 has highlighted the weakness of our territory against floods. Next, we proceed to evaluate the strengths and weaknesses of the current territorial planning in terms of flooding: Territorial Action Plan of sectorial character on Flood Risk Prevention in the Valencian Community (PATRICOVA), as well as urban planning. At the same time, we propose some objectives whose fulfillment is considered necessary to enhance the strengths and mitigate the weaknesses exposed.

LA VULNERABILIDAD DE L'HORTA SUD / VULNERABILITY OF L'HORTA SUD

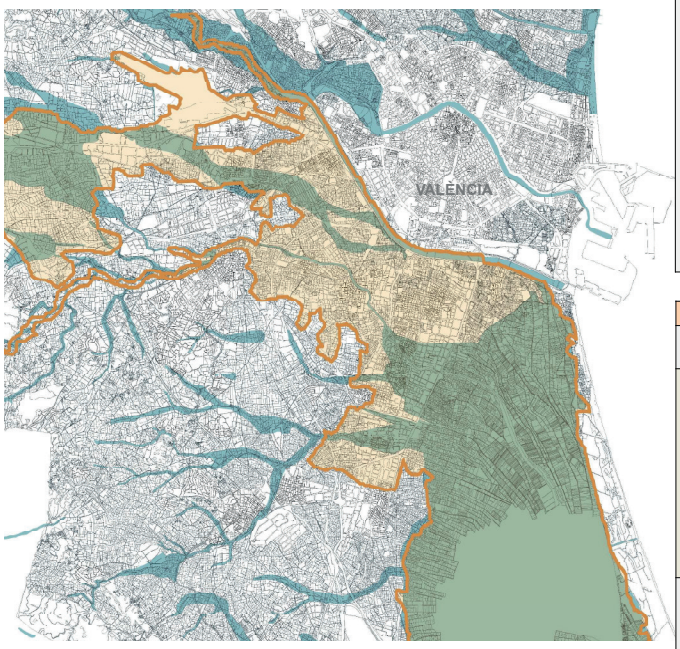


Imagen 1. Plano de elaboración propia donde se valora la previsión de peligrosidad de inundación del PATRICOVA y la afección real durante las inundaciones de octubre de 2024 en L'Horta Sud de València. **Image 1.** Plan of own elaboration where the flood hazard forecast of PATRICOVA and the real affection during the floods of October 2024 in L'Horta Sud of València are valued..

LEYENDA/ KEY

Zonas con peligrosidad de inundación delimitadas por el PATRICOVA
Flood hazard zones delimited by PATRICOVA

Delimitación no oficial del área inundada en octubre de 2024 (Dep. Geografía Universitat de València)
Unofficial delimitation of the flooded area in October 2024 (Dep. Geografía Universitat de València)

PLANEAMIENTO TERRITORIAL (PATRICOVA)/ TERRITORIAL PLANNING (PATRICOVA)	
FORTALEZAS/ STRENGTHS	• Adopta una visión territorial del riesgo/ It adopts a territorial vision of risk • Evalúa y caracteriza la peligrosidad de inundación de manera ponderada hasta en 7 niveles tomando en consideración los distintos periodos de retorno y el calado./ It evaluates and characterizes the flood hazard in a weighted manner in up to 7 levels taking into consideration the different return periods and draft. • Caracteriza la vulnerabilidad frente a la inundación valorando los daños asociados con los posibles usos del suelo. It characterizes vulnerability to flooding by assessing damages associated with possible land uses. • Caracteriza el riesgo de inundación como el producto de considerar conjuntamente la peligrosidad y la vulnerabilidad. It Characterizes flood risk as the product of considering hazard and vulnerability together. • Aporta cartografía sobre peligrosidad de inundación/ It provides flood hazard mapping • Cuenta con unas medidas eficaces con carácter normativo / Effective regulatory measures are in place
DEBILIDADES/ WEAKNESSES	• Las previsiones de peligrosidad han resultado insuficientes tal como se muestra en el plano aportado./ The hazard forecasts have proved to be insufficient as shown in the map provided. • Su aplicación depende del desarrollo del planeamiento urbanístico. / Its application depends on the development of urban planning. • Por sí solo tiene escasa capacidad de gestión./ On its own, it has little management capacity. • En suelo urbano o urbanizable con programa aprobado, la aplicación de las directrices del PATRICOVA es competencia de los ayuntamientos (art. 20 PATRICOVA)./ In urban or developable land with an approved program, the application of the PATRICOVA guidelines is the responsibility of the municipalities. (art. 20 PATRICOVA)
OBJETIVOS/ OBJECTIVES	• Revisar la cartografía y aumentar la superficie con peligrosidad de inundación tomando en consideración el cambio climático./ Review mapping and increase the area at risk of flooding considering climate change. • Desarrollar una normativa de aplicación directa y de rango superior a la normativa urbanística en las zonas inundables./ To develop a regulation of direct application and of higher rank than the urban development regulation in flood zones. • Integrar directamente todas las zonas con peligrosidad de inundación en la Infraestructura Verde Territorial, tal como determina el TRLOTUP e impulsar iniciativas de renaturalización/ Directly integrate all areas at risk of flooding into the Territorial Green Infrastructure, as determined by the TRLOTUP, and promote renaturalization initiatives. • Limitar nuevos desarrollos urbanísticos en zonas inundables. Debe penalizarse el crecimiento urbano en la plana litoral tal como determina la Estrategia Territorial de la Comunidad Valenciana./ Limit new urban development in flood zones. Urban growth on the coastal plain should be penalized as determined by the Territorial Strategy of the Valencian Community. • Proponer y gestionar una Infraestructura Gris eficaz a escala supramunicipal (diques, canales, etc.)/ Propose and manage an efficient gray infrastructure on a supra-municipal scale (dams, canals, etc.) • Establecer un conjunto de actuaciones supramunicipales para la reconstrucción de las zonas afectadas, focalizadas en adoptar soluciones eficaces e innovadoras contra el riesgo de inundación, incluyendo un estudio de viabilidad económica y un compromiso temporal de gestión/ Establish a set of supra-municipal actions for the reconstruction of the affected areas, focused on adopting effective and innovative solutions against the risk of flooding, including an economic feasibility study and a temporary management commitment.

PLANEAMIENTO URBANÍSTICO/ URBAN PLANNING	
FORTALEZAS/ STRENGTHS	• Concreta a escala municipal las directrices territoriales/ It concretizes the territorial guidelines at the municipal level.
DEBILIDADES/ WEAKNESSES	• Planeamiento obsoleto: La mayor parte del planeamiento vigente de los municipios de l'Horta Sud es anterior a 2003 y no incorpora las determinaciones del PATRICOVA/ Obsolete planning: Most of the planning in the municipalities of l'Horta Sud is prior to 2003 and does not incorporate the PATRICOVA determinations. • Falta de compromiso en la adopción de las medidas propuestas por el PATRICOVA en suelo urbano/ Lack of commitment to adopt the measures proposed by PATRICOVA on urban land. • Escasa propuesta de iniciativa pública en la gestión de medidas contra el riesgo de inundación/ Little public initiative proposed in the management of measures against flood risk

OBJETIVOS/ OBJECTIVES	• Cumplir las directrices del PATRICOVA y la Estrategia Territorial de la Comunitat Valenciana./ Comply with the guidelines of PATRICOVA and the Territorial Strategy of the Valencian Community.
	• Impulsar la implantación de medidas del PATRICOVA en suelo urbano./ Promote the implementation of PATRICOVA measures on urban land.
	• Impulsar y gestionar mejoras contra inundaciones a escala municipal, como:/ Promote and manage flood control improvements at the municipal level, such as:
	  • Mejora de la red de saneamiento/ Improvement of the sewerage system
	  • Renovar urbanización del espacio público impulsando soluciones permeables / Renew urbanization of public space by promoting permeable solutions
	  • Minimizar el aparcamiento en superficie en las calles, sobre todo en núcleos históricos./ Minimize on-street surface parking, especially in historic areas.
	  • Limitar los usos permitidos en plantas bajas/ Limiting permitted uses on first floors

NECESIDAD DE ACCIONES PREVENTIVAS EN LA EDIFICACIÓN: REFLEXIONES TRAS LA DANA EN VALENCIA

THE NEED FOR PREVENTIVE ACTIONS IN BUILDING: REFLECTIONS AFTER THE DANA IN VALENCIA:

Ester Martínez Beltrán
Departament Architecturals Constructions; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia
Prof associated, PhD UPV. E-mail:esmarbel@csa.upv.es
Vicente Calabuig Montesinos
Departament Architecturals Constructions; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia
Prof associated, PhD UPV. E-mail:vicentcalabuigmontesinos@hotmail.com
Carla De-Juan-Ripoll
Departament Architecturals Constructions; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia
Prof associated, PhD UPV. E-mail:carladejuan@gmail.com
Luis Manuel Palmero Iglesias
Researcher and professor in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València, Building Engineer, Master in Concrete Engineering, PhD by the UPV and Università of Florence, Italy.Dr.h.C. by Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture. E-mail:lpalmero@csa.upv.es
Pilar Rodrigo Catalán
Departament Architecturals Constructions; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia
Prof associated, PhD UPV. E-mail:pilar.rodrigocatalan@gmail.com
Lucía Tordera Llisterri
Departament Architecturals Constructions; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia
Prof associated, PhD UPV. E-mail:torderalucia@gmail.com

Abstract

The meteorological phenomenon DANA, Isolated High-Altitude Depression, which occurred at the end of October 2024 in various locations in Valencia caused a multitude of material and immaterial damage of incalculable value. From a construction perspective, there is a clear need to reflect on and analyse the pathologies originating in the buildings in relation to the causal factor, as well as to rethink and establish possible preventive actions or good practices to be taken into consideration. The key aspects for determining strategic courses of action include the study of questions such as the urban development and growth of population settlements or the constructive solutions implemented for their materialisation.

Keywords
Dana, tragedy, solidarity, resilience, construction

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

NECESIDAD DE ACCIONES PREVENTIVAS EN LA EDIFICACIÓN: REFLEXIONES TRAS LA DANA EN VALENCIA

THE NEED FOR PREVENTIVE ACTIONS IN BUILDING: REFLECTIONS AFTER THE DANA IN VALENCIA: REFLECTIONS AFTER THE DANA IN VALENCIA

Martínez Beltrán, E.[1,2,3]; Calabuig Montesinos,V. [1,2,3]; De-Juan-Ripoll, C.[1,2,3]; Palmero Iglesias, L.[1,2,3]; Rodrigo Catalán, P.[1,2,3]; Tordera Llisterri, L.[1,2,3]
Dpto. Construcciones Arquitectónicas[1]; Universitat Politècnica de València[2]; ETS. Ingeniería de Edificación[3]

INTRODUCCIÓN

El fenómeno meteorológico DANA, Depresión Aislada en Niveles Altos, acontecido a finales de octubre del 2024 en diversas localidades del territorio valenciano ocasionó multitud de daños materiales e inmateriales de incalculable valor. Desde la óptica constructiva, se evidencia la necesidad de reflexionar y analizar las patologías originadas en las edificaciones en relación con el factor causante, así como repensar y establecer posibles acciones preventivas o buenas prácticas a tener en consideración. Los aspectos clave para determinar vías estratégicas de actuación contemplan el estudio de interrogantes tales cómo el desarrollo y crecimiento urbanístico de los asentamientos poblacionales o las soluciones constructivas implementadas para su materialización.

INTRODUCTION

The meteorological phenomenon DANA, Isolated High-Altitude Depression, which occurred at the end of October 2024 in various locations in Valencia caused a multitude of material and immaterial damage of incalculable value. From a construction perspective, there is a clear need to reflect on and analyse the pathologies originating in the buildings in relation to the causal factor, as well as to rethink and establish possible preventive actions or good practices to be taken into consideration. The key aspects for determining strategic courses of action include the study of questions such as the urban development and growth of population settlements or the constructive solutions implemented for their materialisation.



Imagen 1. Cauce Turia 1957. Imagen 1. Turia riverbed 1957. Images © Arxiu Històric. Ajuntament de València.

PATOLOGÍAS FRECUENTES

Las patologías observadas, hasta el momento, tras la DANA están estrechamente relacionadas con el fenómeno causante de la presencia del agua, siendo los focos principales los daños ocasionados por:

La fuerte caída de lluvia: el incremento sustancial del estado de cargas sobre las edificaciones supone contrastes acusados en la solicitación de los elementos constructivos de cubrición de los inmuebles, implicando el deterioro de las cubiertas e incluso el desprendimiento de elementos y colapso de las mismas.

El efecto del arrastre de gran caudal de agua: el impacto directo de la masa de agua y depósitos materiales acusados por la velocidad de descenso topográfico sobre los paramentos verticales de las edificaciones conlleva desde la rotura y abombamiento de carpinterías, hasta el agrietamiento y rotura de cerramientos y estructuras a esfuerzos cortantes.

La inundación: la acumulación y subida del nivel de agua supone la saturación del terreno derivando desde problemas de humedades y daños en revestimientos por la presencia directa del agua a patologías de mayor relevancia como es la aparición de grietas estructurales por la succión de las edificaciones o los posibles asientos diferenciales derivados del lavado del terreno sobre el que descansan los inmuebles.

FREQUENT PATHOLOGIES

The pathologies observed so far after the DANA are closely related to the phenomenon caused by the presence of water, the main focuses being the damage caused by:

Heavy rainfall: the substantial increase in the state of the loads on the buildings means sharp contrasts in the stress on the constructive elements of the buildings' roofs, leading to the deterioration of the roofs and even the detachment of elements and their collapse.

The effect of the dragging of a large flow of water: the direct impact of the mass of water and material deposits caused by the speed of the topographic descent on the vertical faces of the buildings leads to the breakage and buckling of carpentry, to the cracking and breakage of enclosures and structures under shear stresses.

Flooding: the accumulation and rise in the water level leads to the saturation of the ground, resulting in problems of damp and damage to cladding due to the direct presence of water, to more significant pathologies such as the appearance of structural cracks due to the suction of the buildings or the possible differential settlement resulting from the washing of the ground on which the buildings rest.



Imagen 2-4. Viviendas en Utiel – Sedaví - Utiel, Valencia. Imagen 2-4. Houses in Utiel – Sedaví - Utiel, Valencia. Images © Ester Martínez.

SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

Existe un precedente fundamental en el territorio valenciano, conocido como la riada de 1957, en la cual multitud de viviendas ubicadas en las orillas del río Turia fueron arrasadas por el desbordamiento fluvial, éstas caracterizadas principalmente por edificaciones de postguerra humildes y de escasa calidad constructiva.

En 2024 se ha observado que los daños materiales en las edificaciones difieren respecto de su precedente, siendo éstos de forma localizada en inmuebles y no extensiva en agrupaciones de edificaciones ejecutadas simultáneamente.

El análisis de las patologías indicadas anteriormente, en este caso, en relación con su tipología constructiva permitirá vislumbrar bondades y deficiencias de los distintos sistemas empleados. Decisiones constructivas que no únicamente deben de atender a la técnica de ejecución y a los materiales empleados, sino que resulta fundamental acuciar cuestiones como la vida útil de tales edificaciones, los daños sufridos en relación con su periodo de vida y actuaciones de conservación y mantenimiento llevadas a cabo, puesto que diversos de los daños y colapsos de elementos constructivos acontecidos responden a edificaciones y sistemas constructivos empleados y conservados tras fenómenos naturales precedentes.

CONSTRUCTION SYSTEMS

There is a fundamental precedent in the Valencian territory, known as the flood of 1957, in which a multitude of houses located on the banks of the river Turia were swept away by the overflowing of the river, these mainly characterised by humble post-war buildings of poor construction quality.

In 2024 it has been observed that the material damage to the buildings differs with respect to the previous year, being localised in buildings and not extensive in groups of buildings constructed simultaneously.

The analysis of the pathologies indicated above, in this case, in relation to their construction typology, will allow us to glimpse the strengths and weaknesses of the different systems used. Construction decisions should not only take into account the execution technique and the materials used, but it is also essential to consider questions such as the useful life of these buildings, the damage suffered in relation to their life span and the conservation and maintenance actions carried out, given that several of the damages and collapses of construction elements that have occurred are the result of buildings and construction systems used and conserved after previous natural phenomena.

CONCLUSIONES

El estudio de las patologías generadas tras los fenómenos meteorológicos adversos en el territorio valenciano ponen de manifiesto la necesidad de establecer acciones preventivas y planes de conservación y mantenimiento en la edificación que impliquen el seguimiento y compromiso del proceso o sistema constructivo implementado.

CONCLUSIONS

The study of the pathologies generated after adverse meteorological phenomena in the Valencian territory highlights the need to establish preventive actions and conservation and maintenance plans for buildings that involve the monitoring and commitment of the construction process or system implemented.

REPENSAR LOS ESPACIOS EDUCATIVOS TRAS UNA CATÁSTROFE NATURAL. LA DEPRESIÓN AISLADA EN NIVELES ALTOS

RETHINKING EDUCATIONAL SPACES AFTER A NATURAL DISASTER. THE ISOLATED HIGH-ALTITUDE DEPRESSION

Pilar Rodrigo Catalán
Departament Architecturals Constructions; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia
Prof associated, PhD UPV. E-mail:pilar.rodrigocatalan@gmail.com
Vicente Calabuig Montesinos
Departament Architecturals Constructions; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia
Prof associated, PhD UPV. E-mail:vicentcalabuigmontesinos@hotmail.com
Carla De-Juan-Ripoll
Departament Architecturals Constructions; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia
Prof associated, PhD UPV. E-mail:carladejuan@gmail.com
Ester Martínez Beltrán
Departament Architecturals Constructions; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia
Prof associated, PhD UPV. E-mail:esmarbel@csa.upv.es
Luis Manuel Palmero Iglesias
Researcher and professor in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València, Building Engineer, Master in Concrete Engineering, PhD by the UPV and Università of Florence, Italy.Dr.h.C. by Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture. E-mail:lpalmero@csa.upv.es
Lucía Tordera Llisterri
Departament Architecturals Constructions; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia
Prof associated, PhD UPV. E-mail:torderalucia@gmail.com

Abstract

The isolated depression at high levels (DANA) that affected the areas to the southwest of Valencia on October 29, 2024, in addition to causing the deaths of 224 people, has caused significant damage to the buildings and infrastructure in these areas. In some cases, water and mud have prevented the use of the buildings, while in others, it was the impact of vehicles dragged by the current. Specifically, in the case of educational spaces (schools), we must reconsider issues related to the way new buildings are designed, and on a different scale, the suitability of their construction techniques.

Keywords
Dana, tragedy, solidarity, resilience, construction

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

REPENSAR LOS ESPACIOS EDUCATIVOS TRAS UNA CATÁSTROFE NATURAL, LA DEPRESIÓN AISLADA EN NIVELES ALTOS

RETHINKING EDUCATIONAL SPACES AFTER A NATURAL DISASTER, THE ISOLATED HIGH-ALTITUDE DEPRESSION

Rodrigo Catalán, P.[1,2,3]; Calabuig Montesinos, V.[1,2,3]; De-Juan-Ripoll, C.[1,2,3]; Martínez Roldán, E.[1,2,3]; Palmero Iglesias, L.[1,2,3]; Tordera Llisterri, L.[1,2,3]
Dpto. Construcciones Arquitectónicas [1]; Universitat Politècnica de València [2]; ETSIE Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación[3]

INTRODUCCIÓN

La depresión aislada en niveles altos (DANA) que afectó el 29 de octubre de 2024 principalmente a las zonas al sur-oeste de Valencia, además de causar la muerte de 224 personas, ha generado grandes daños en los edificios e infraestructuras de estas poblaciones. En algunos casos el agua y el barro han impedido el uso de las edificaciones, y en otros casos ha sido el impacto por los vehículos que arrastró la corriente. En el caso concreto de los espacios educativos o colegios, nos replantearnos cuestiones ligadas a la forma de diseñar los nuevos edificios, y a una escala diferente, la idoneidad de sus técnicas constructivas.

INTRODUCTION

The isolated depression at high levels (DANA) that affected the areas to the southwest of Valencia on October 29, 2024, in addition to causing the deaths of 224 people, has caused significant damage to the buildings and infrastructure in these areas. In some cases, water and mud have prevented the use of the buildings, while in others, it was the impact of vehicles dragged by the current. Specifically, in the case of educational spaces (schools), we must reconsider issues related to the way new buildings are designed, and on a different scale, the suitability of their construction techniques.







Imágenes 1-3. CEIP Orba, Alfafar, Valencia. Imágenes © Marc Serrano. Images 1-3. CEIP Orba, Alfafar, Valencia. Images © Marc Serrano

Alrededor de 100 colegios públicos se han visto afectados, aproximadamente el 10% se estiman no recuperables, un 25 % tienen leves afecciones, y el resto (aprox. un 65%) requieren intervenciones varias.

Las plantas bajas se han visto arrasadas en todos los casos, ¿deberíamos reconstruir los nuevos colegios sólo en plantas altas? La primera intuición nos dice que sí, recordando la tipología de palafito (Imagen 4). Pero se nos plantean nuevos retos como la accesibilidad (no sólo de alumnos y profesores con movilidad reducida) sino también de los alumnos más pequeños. Esto supondría la creación de grandes rampas a las que tendrían que acceder estos niños todavía acompañados por sus padres.

Además, según la normativa vigente los alumnos de infantil deben tener aulas conectadas directamente con un patio exterior. Por supuesto estos retos proyectuales tienen solución aunque no sea sencilla, y quizá nos ayudaría revisar otros modelos de escuelas fuera de la tradición española, donde la cubierta es un espacio ajardinado y la unión entre los distintos niveles se produce de forma fluida mediante estas rampas (Imágenes 5 y 6).

Around 100 public schools have been affected, with approximately 10% estimated to be irrecoverable, 25% with minor damages, and the remaining 65% requiring various interventions.

The ground floors have been completely destroyed in all cases. Should we rebuild the new schools only on upper floors? Our first instinct tells us yes, recalling the palafitte typology (Image 4). However, new challenges arise, such as accessibility—not only for students and teachers with reduced mobility, but also for youngest students. This would require the creation of large ramps that these children, still accompanied by their parents, would need to access.

Moreover, according to current regulations, preschool students must have classrooms directly connected to an outdoor playground. Of course, these design challenges can be addressed, even if not easily, and perhaps it would help us review other school models outside the Spanish tradition, where the roof is a gardened space and the connection between different levels is made smoothly through these ramps. (Images 5 and 6).

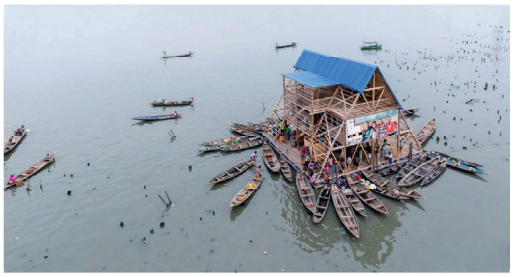


Imagen 4. Palafito. Escuela y edificio comunitario en Makoko / NLÈ Architects. Image © Iwan Baan. Imagen 4. Palafitte. School and comunity building in Makoko / NLÈ Architects. Image © Iwan Baan



Imagen 5. Jardim de Infância de Cultivo / Vo Trong Nghia Architects. Imagen © Hiroyuki Oki. Image 5. Jardim de Infância de Cultivo / Vo Trong Nghia Architects. Image © Hiroyuki Oki



Imagen 6. Park'n'Play Rooftop, Copenhague / JAJA Architects. Imagen © Russell Play. Image 6. Park'n'Play Rooftop, Copenhagen / JAJA Architects. Image © Russell Play

TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS

Algunas consideraciones aprendidas son;

Tabiques de yeso laminado, se vieron más afectados que los ejecutados con fábrica de ladrillo pero su reparación es más rápida porque no es necesario esperar al secado de las piezas.

Forjados sanitarios, de aprox. 450cm de altura media, han evitado parcialmente los daños puesto que elevamos esta distancia los forjados con respecto del nivel de la calle.

Instalaciones como las de protección contra incendios, bombas o generadores situados en cubierta se han visto mucho menos afectados que los que estaban en plantas bajas o sótanos. Sucede lo mismo con los motores alojados en plantas altas de los sistemas de elevación como ascensores.

Cerramientos exteriores de hormigón son más resistentes al empuje del agua y a los impactos (en este caso de los vehículos).

CONSTRUCTION TECHNIQUES

Some of the lessons learned are:

Plasterboard partitions were more affected than those made with brick masonry, but their repair is faster since it is not necessary to wait for the pieces to dry.

Sanitary slabs, approximately 450 cm in average height, have partially prevented damage as we elevated these slabs above the street level.

Installations such as fire protection systems, pumps, or generators located on the roof were less affected than those placed on ground floors or basements. The same applies for motors of elevator systems located on higher floors.

Exterior concrete facades are more resistant to water pressure and impacts (in this case, from the vehicles).

CONCLUSIONES

El estado actual de los espacios educativos en las zonas afectadas es un problema que nos motiva a repensar su diseño tanto a nivel proyectual como constructivo. Conocidos los efectos devastadores en lo material, entendemos que los métodos constructivos de reparación rápida pueden ser más beneficiosos cuando se trata de edificios públicos donde urge volver a ponerlos en marcha. Por tanto, debemos diferenciar qué tipo de construcción vamos a emplear en función de estas necesidades.

En el caso de nuevos edificios, además podemos aprovechar la topografía del terreno para generar las diferencias de nivel necesarias o bien ejecutarlas de forma artificial. Ocurre lo mismo para bibliotecas, guarderías o cualquier otro espacio público que requiera una accesibilidad en planta baja.

CONCLUSIONS

The current state of educational spaces in the affected areas is a problem that motivates us to rethink their design both at the project design and construction scales. Given the devastating effects on material aspects, we understand that rapid repair construction methods can be more beneficial when it comes to public buildings that urgently need to be brought back into operation. Therefore, we must differentiate the type of construction we will use based on these needs.

In the case of new buildings, we can also take advantage of the land's topography to create the necessary level differences or implement them artificially. The same applies to libraries, daycare centers, or any other public space that requires accessibility on the ground floor.

Bibliografía: *Escuela y edificio comunitario en Makoko*, Arquitectura Viva 161, Saber Local. **Bibliography:** School and Community Building in Makoko, Arquitectura Viva 161, Local Knowledge.

LA GÉNESIS DE EL JARDÍN DEL TURIA DE VALENCIA I. RICARDO BOFILL

THE GENESIS OF THE TURIA GARDEN OF VALENCIA I. RICARDO BOFILL

Graziella Bernardo
Researcher and professor in Architectural Engineering at the Department for Humanistic, Scientific, and Social Innovation.Dipartimento per l'Innovazione Umanistica, Scientifica e Sociale - D.I.U.S.S.Università degli Studi della Basilicata, Matera, Italia. Emai: graziella.bernardo@unibas.it
Luis Palmero Iglesias
Associate Professor. School of Architecture; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, Spain. PhD from the Universitat Politècnica de València, PhD in international mention from the Facoltà di Architettura di Firenze, Building Engineer from the University of Castilla La Mancha, Degree in Fine Arts from the Universitat Politècnica de València, Specialist. E-mail: lpalmero@csa.upv.es
Giuseppe Angileri
Doctorado in the Department of Engineering; University of Messina; Contrada Di Dio, 98158 Sant'Agata, Messina ME, Italy. Doctorado en "Research and Innovation", XXXVII cycle (PON Scholarships 2021), Ingeniero en ingeniería de la construcción para la rehabilitación. E-mail: giuseppe.angileri@stufdenti.unime.it

Abstract

The old bed of the Turia River in Valencia has historically been a place of identity of the city itself. An emblematic place which undergoes a total transformation due to the flood that devastated the city in 1957. This tragic situation required an in-depth study to ensure that, despite the famous rains in October known as the "cold drop", a definitive solution to the floods that blocked the city with disastrous consequences. This was resolved in the 1960s with the so-called Southern Plan, an ambitious project by which a new channel was projected that could channel any possible flooding due to the climatological phenomenon. Once the problem had been solved by making a new channel, it was necessary to resolve what was to be done with the previous course of the river. There were somewhat *aggressive* proposals in trying to channel surface traffic through the riverbed itself, but, finally, common sense won out after many demonstrations and associations in favor of that, with the slogan: *the river is ours and what we want green*, they were able to turn the old course of the river into one of the largest and best parks in Europe. The famous architect Ricardo Bofill was one of its percussionists, proposing an architecture in tune with both the urban and natural landscape, it was the so-called Turia Garden.

Keywords
Turia; Ricardo Bofill, Landscaping; Architecture; Valencia

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

LA GÉNESIS DEL JARDÍN DEL TURIA I. RICARDO BOFILL

THE GENESIS OF THE TURIA GARDEN I. RICARDO BOFILL

Graziella Bernardo[1], Luis Manuel Palmero Iglesias[2] Giuseppe Angileri[3]
DIUSS Università degli Studi della Basilicata, Matera, Italia[1]; Universitat Politècnica de València[2]; Università degli Studi di Messina, Italia

INTRODUCCIÓN

En 1979, el Ayuntamiento de Valencia de cierta influencia tardo franquista, convocó un concurso de ideas para el viejo cauce del río Turia. Los últimos años de la autarquía y los que prosiguieron al fallecimiento del general Franco habían sido agitados por las asociaciones de vecinos de la ciudad de Valencia. Una de las principales reivindicaciones de aquellos momentos, se centró en el río: *El llit del Túria es nostre i el volem verd,* era su lema. Querían que la huella del río que partía la ciudad fuese un recorrido verde y naturalista de primer orden a nivel europeo.
La presión para suspender el planeamiento urbanístico (el denominado Plan Sur del 66) que preveía convertir el cauce en un nudo de autovías para despejar el tráfico pesado de la ciudad fue en aumento una vez la subdirectora del diario conservador *Las Provincias,* Consuelo Reyna**,** hizo suya la reivindicación medioambiental. Evitó una crisis política innecesaria convocando el concurso del Turia. Los trabajos se expusieron en la Lonja, y la ciudadanía pudo contemplar las diversas propuestas. Allí se dio a conocer el colectivo Vetges Tú i Mediterrànea, bajo un epígrafe que restituía un mundo valenciano entre mágico y psicodélico. Y también los trabajos, del arquitecto Julio Cano Lasso. A este último le condenó, sin embargo, su propuesta para instalar un tren de levitación magnética a lo largo de los pretiles del río. Audaz, futurista y funcional. El Ayuntamiento decidió declarar desierto el concurso. Y así fue como en el otoño de 1981 se contrató directamente a Bofill.

INTRODUCTION

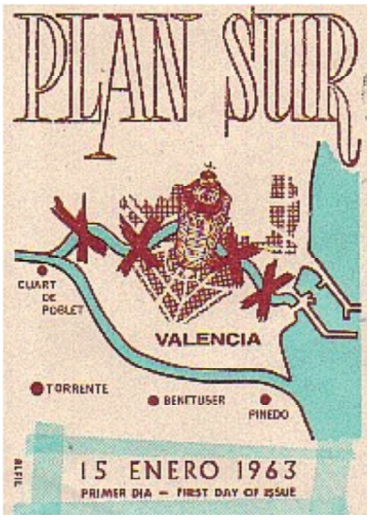
In 1979, the Valencia City Council, with a certain late Francoist influence, held a competition for ideas for the old Turia riverbed. The last years of autarky and those that followed the death of General Franco had been agitated by the neighbourhood associations of the city of Valencia. One of the main demands of those times was focused on the river: El llit del Túria es nostre i el volem verd, was their motto. They wanted the footprint of the river that split the city to be a green and naturalistic route of the first order at a European level.

The pressure to suspend the urban planning (the so-called South Plan of 1966) that planned to turn the riverbed into a junction of highways to clear the heavy traffic of the city was increasing once the deputy director of the conservative newspaper Las Provincias, Consuelo Reyna, made the environmental claim her own. He avoided an unnecessary political crisis by calling for the Turia contest. The works were exhibited in the Lonja, and the public was able to contemplate the various proposals. There, the collective Vetges Tú i Mediterrànea was unveiled, under a heading that restored a Valencian world between magical and psychedelic. And also the works, by the architect Julio Cano Lasso. The latter was condemned, however, by his proposal to install a maglev train along the parapets of the river. Bold, futuristic and functional. The City Council decided to declare the contest void. And so it was that in the fall of 1981 Bofill was hired directly.



Imagen 1. Planta de la ciudad de Valencia con la arteria del río Turía. 1982

Image 1. Plan of the city of Valencia with the artery of the Turía River. 1982





El desvío del curso del río Turia a su paso por la ciudad de Valencia, se realizó con el objetivo de evitar el riesgo de inundaciones causadas por las lluvias torrenciales estacionales. La intervención dejó una ancha banda de terreno atravesando la ciudad de oeste a este, a lo largo del centro histórico. Su diseño urbano implicaba un profundo análisis, tomando el canal del Turia como elemento estructurador del contexto urbano, que requería a su vez, un proyecto que debía ser global y unitario, aunque no necesariamente uniforme. El proyecto inspirado en la noción romana del espacio urbano como lugar de encuentro, el diseño se basó en el paisajismo y en el agua como elemento clave y recuerdo de la anterior presencia del río.

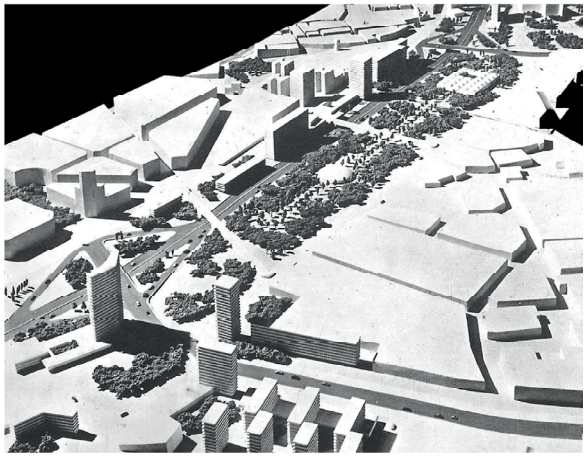
The diversion of the course of the Turia River as it passes through the city of Valencia was carried out with the aim of avoiding the risk of flooding caused by seasonal torrential rains. The intervention left a wide strip of land crossing the city from west to east, along the historic center. Its urban design implied a deep analysis, taking the Turia canal as a structuring element of the urban context, which in turn required a project that had to be global and unitary, although not necessarily uniform. The project inspired by the Roman notion of urban space as a meeting place, the design was based on landscaping and water as a key element and reminder of the previous presence of the river.

Imagen 2. Planta de la ciudad de Valencia con la arteria del río Turia. 1982. Imagen 3. Propuesta de habilitar el lecho del río como una serie de autovías para descongestionar el tráfico en superficie.

Image 2. Plan of the city of Valencia with the artery of the Turia River. 1982. Image 3. Proposal to enable the riverbed as a series of highways to decongest traffic on the surface.







Las obras del desvío de río concluyeron el 22 de diciembre de 1969 oficialmente, realizando entonces el jefe del estado una visita a las obras del Plan Sur, dándose por terminado, y quedando pendiente solo algunos remates en viales, ajardinamientos y pequeñas obras. Hacia 1973 están finalizadas las obras y ya dejan de pasar las aguas por el viejo cauce del Turia y lo hacen por el Nuevo Cauce. Con el tiempo, se modifican los viales marginales de tal manera que pasan a ser la carretera de circunvalación V30 quedando el marginal derecho en dirección al mar y el marginal izquierdo en dirección al interior, adaptándose a este sentido único los diversos enlaces existentes.

The works of the river diversion were officially concluded on December 22, 1969, and the head of state then made a visit to the works of the Southern Plan, which was considered finished, and only some finishing touches on roads, landscaping and small works were pending. By 1973 the works were completed and the waters stopped flowing through the old Turia riverbed and did so through the New Channel. Over time, the marginal roads were modified in such a way that they became the V30 ring road, leaving the right marginal in the direction of the sea and the left marginal in the direction of the interior, adapting the various existing junctions to this single direction.

Imagen 4 a 6. Imágenes del movimiento de tierras en el antiguo cauce del río. Imagen 5. Infraestructuras y viales en el nuevo cauce en la periferia de la ciudad. Imagen 6. Maqueta del paso de las nuevas obras por los pueblos adyacentes a la ciudad. Fotos de José Mª. Penalba Salvador y José Mª. Penalba Juliá. Años 80.

Figure 4 to 6. Images of the earthworks in the old riverbed. Image 5. Infrastructures and roads in the new riverbed on the outskirts of the city. Image 6. Model of the passage of the new works through the villages adjacent to the city. Photos by José Mª. Penalba Salvador and José Mª. Penalba Juliá. The 80s.

LA GÉNESIS DE EL JARDÍN DEL TURIA DE VALENCIA II. RICARDO BOFILL

THE GENESIS OF THE TURIA GARDEN OF VALENCIA II. RICARDO BOFILL

Graziella Bernardo
Researcher and professor in Architectural Engineering at the Department for Humanistic, Scientific, and Social Innovation.Dipartimento per l'Innovazione Umanistica, Scientifica e Sociale - D.I.U.S.S.Università degli Studi della Basilicata, Matera, Italia. Emai: graziella.bernardo@unibas.it
Luis Palmero Iglesias
Associate Professor. School of Architecture; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, Spain. PhD from the Universitat Politècnica de València, PhD in international mention from the Facoltà di Architettura di Firenze, Building Engineer from the University of Castilla La Mancha, Degree in Fine Arts from the Universitat Politècnica de València, Specialist. E-mail: lpalmero@csa.upv.es
Giuseppe Angileri
Doctorado in the Department of Engineering; University of Messina; Contrada Di Dio, 98158 Sant'Agata, Messina ME, Italy. Doctorado en "Research and Innovation", XXXVII cycle (PON Scholarships 2021), Ingeniero en ingeniería de la construcción para la rehabilitación. E-mail: giuseppe.angileri@stufdenti.unime.it

Abstract

Once the problem had been solved by making a new channel, it was necessary to resolve what was to be done with the previous course of the river. There were somewhat *aggressive* proposals in trying to channel surface traffic through the riverbed itself, but, finally, common sense won out after many demonstrations and associations in favor of that, with the slogan: *the river is ours and what we want green*, they were able to turn the old course of the river into one of the largest and best parks in Europe. The famous architect Ricardo Bofill was one of its percussionists, proposing an architecture in tune with both the urban and natural landscape, it was the so-called Turia Garden.
In 1963 Ricardo Bofill founded his studio in Barcelona, RBTA (Ricardo Bofill Taller de Arquitectura), from where he develops all his architecture, which presents a modern or contemporary look with historical references and concepts of urbanism linked to the identity of the place. For example, in the Turia Garden he makes a discreet but very interesting reference to the flow of water as an element of the Arab-Mediterranean culture. This trickle of water makes it run between its classical neo-columns that recreate with a certain profusion the riverbed as an emblematic element of its architecture. It also reproduces larger water ponds as stops for the contemplation and rest of the passer-by, without forgetting at any time its relationship with the environment. Other geometric references are also reminiscent of a classic analysis with an arrangement that, although repetitive, presents a different reading as the channel is traversed.

Keywords

Turia, Ricardo Bofill, Landscaping, Architecture, Valencia

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

LA GÉNESIS DEL JARDÍN DEL TURIA II. RICARDO BOFILL

THE GENESIS OF THE TURIA GARDEN II. RICARDO BOFILL

Graziella Bernardo[1], Luis Manuel Palmero Iglesias[2] Giuseppe Angileri[3]
DiUSS Università degli Studi della Basilicata, Matera, Italia[1]; Universitat Politècnica de València[2]; Università degli Studi di Messina, Italia

INTRODUCCIÓN

En el año 1981 se contrató directamente a Bofill para el proyecto ejecutivo del cauce del Turia, contribuyó con sus coloristas dibujos y su idea de paisajismo urbano. Bofill tenía ya un reconocido curriculum, el complejo de apartamentos en la urbanización La Manzanera de Calpe, el orientalista *Xanadú* y *La muralla roja*, de aires surrealistas imitando a Escher, como el grupo de viviendas *Walden 7* en Barcelona de atractivas formas utópicas. En Francia estaba triunfando con su propuesta de un neoclasicismo prefabricado. Su proyecto para el Jardín del Turia se concretó en dos tramos importantes donde desarrolló sus columnatas neohelénicas de hormigón blanco.

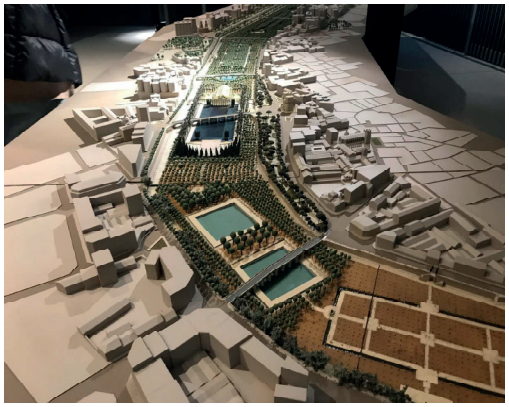
INTRODUCCIÓN

In 1981 Bofill was hired directly for the executive project of the Turia riverbed, contributing with his colourful drawings and his idea of urban landscaping. Bofill already had a well-known curriculum, the apartment complex in the La Manzanera urbanization in Calpe, the orientalist Xanadú and The Red Wall, with a surrealist air imitating Escher, as well as the Walden 7 housing group in Barcelona with attractive utopian shapes. In France he was triumphing with his proposal of a prefabricated neoclassicism. His project for the Turia Garden took the form of two important sections where he developed his Neo-Hellenic colonnades in white concrete.



Imagen 3: Bofil en Valencia en el cauce del Turia. 1980.

Image 3: Bofil in Valencia in the Turia riverbed. 1980.



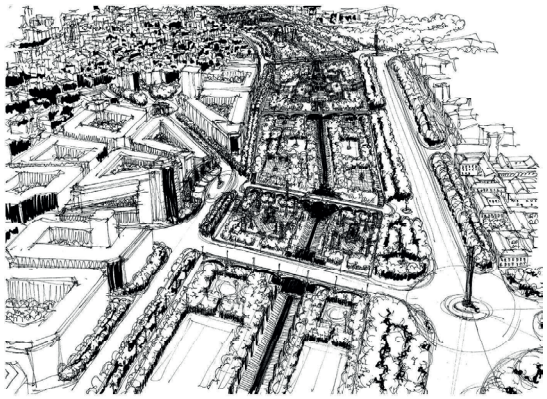


Imagen 1 y 2. Maqueta expuesta en la Lonja, 1986 y boceto del estudio Bofill, 1981.

Images 1 and 2. Model exhibited at the Lonja, 1986 and sketch by the Bofill studio, 1981.

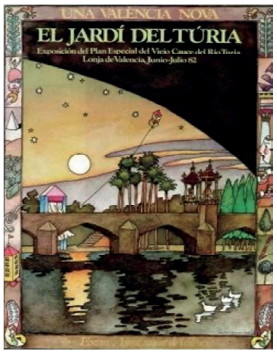
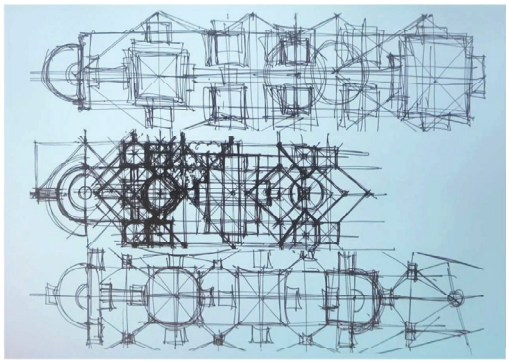


Imagen 4. Cartel anunciador de la exposición púbica del proyecto, 1986.

Image 4. Floor Poster announcing the public exhibition of the project, 1986.



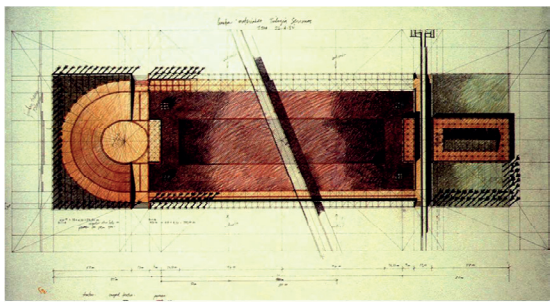


Imagen 5 a 7. Diferentes esquemas y bocetos donde se observa la geometría, 1982. Taller de Arquitectura RBTA.

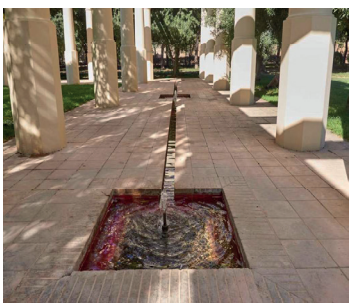
Figures 3 to 6. Differents diagrams and sketches where the geometry is observed, 1982. RBTA Architecture Workshop

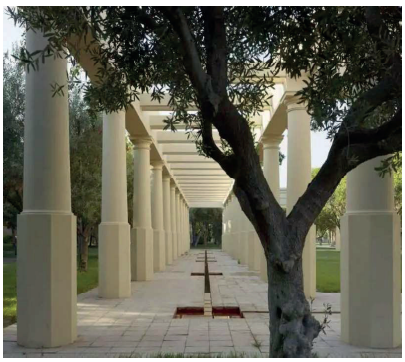
Los bocetos y maquetas de Bofill para el ambicioso proyecto atrajeron a más de 100.000 personas a una exposición montada en la Lonja para presentar el proyecto al público. El arquitecto catalán dividió el viejo cauce en tramos y esbozó cada uno de ellos, intervino en dos sectores X y XI, entre el puente del Mar y el del Ángel Custodio, donde aún hoy lucen los huertos y árboles de cítricos.

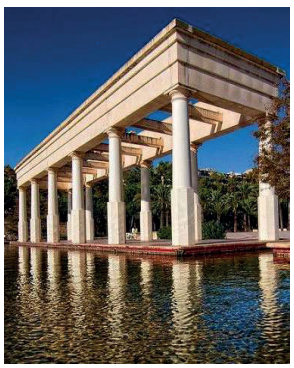


Bofill's sketches and models for the ambitious project attracted more than 100,000 people to an exhibition set up at the Lonja to present the project to the public. The Catalan architect divided the old riverbed into sections and sketched each of them, intervening in two sectors X and XI, between the bridge of the Sea and the bridge of the Guardian Angel, where the orchards and citrus trees still shine today.









El parque proyectado por Bofill, recurre a dos temas naturales para configurar su diseño unitario: El agua entendida como láminas en reposo que dispuestas bajo los puentes, buscan su duplicación por reflejo, a la vez que refuerzan el concepto de puente. Y la masa arbórea que a modo de bosque compacto cubre la totalidad del cauce del río, como si se tratara de una mancha de aceite que avanza hasta cubrir toda su superficie. Y es precisamente la utilización del mecanismo arquitectónico de la sustracción, el que convierte ambos temas, masa arbórea y agua, en un conjunto caracterizado por un eje central surcado secuencialmente por espacios de acontecimientos, en relación-contraposición de lleno-vacío, enmarcados por un sistema de recorridos lineales perimetrales. *El parque del Turia como sistema vertebrador de la actividad cultural de la ciudad de Valencia Bochs,I, Bochs, L., Marcenac, Salvador, N.*

Imágenes 8 a 11: Palmero. Diario Las Provincias.Bocetos exposición CTAV.

The park designed by Bofill uses two natural themes to configure its unitary design: Water understood as sheets at rest that, arranged under the bridges, seek to be duplicated by reflection, while reinforcing the concept of the bridge. And the mass of trees that, like a compact forest, covers the entire riverbed, as if it were an oil slick that advances until it covers its entire surface. And it is precisely the use of the architectural mechanism of subtraction that converts both themes, tree mass and water, into a complex characterized by a central axis sequentially furrowed by spaces of events, in a full-void relationship-opposition, framed by a system of perimeter linear routes. The Turia Park as the backbone of the cultural activity of the city of Valencia Bochs, I, Bochs, L., Marcenac, Salvador, N.

Images 8 to 11: Palmero. Diario Las Provincias.Sketches exhibition CTAV.

LA CIUDAD DE LAS ARTES Y LAS CIENCIAS I. SANTIAGO CALATRAVA

THE CITY OF ARTS AND SCIENCES I. SANTIAGO CALATRAVA

Graziella Bernardo
Researcher and professor in Architectural Engineering at the Department for Humanistic, Scientific, and Social Innovation.Dipartimento per l'Innovazione Umanistica, Scientifica e Sociale - D.I.U.S.S.Università degli Studi della Basilicata, Matera, Italia. Emai: graziella.bernardo@unibas.it
Luis Palmero Iglesias
Associate Professor. School of Architecture; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, Spain. PhD from the Universitat Politècnica de València, PhD in international mention from the Facoltà di Architettura di Firenze, Building Engineer from the University of Castilla La Mancha, Degree in Fine Arts from the Universitat Politècnica de València, Specialist. E-mail: lpalmero@csa.upv.es
Giuseppe Angileri
Doctorado in the Department of Engineering; University of Messina; Contrada Di Dio, 98158 Sant'Agata, Messina ME, Italy. Doctorado en "Research and Innovation", XXXVII cycle (PON Scholarships 2021), Ingeniero en ingeniería de la construcción para la rehabilitación. E-mail: giuseppe.angileri@stufdenti.unime.it

Abstract

In July 1996, Ciudad de las Artes y las Ciencias, S.A. was born, after the modification of the corporate name of Vacico (Valencia, Science and Communications), a commercial company of the Generalitat Valenciana. The project, designed by the Valencian architect Santiago Calatrava, is being built on the old Turia riverbed, where the architect Bofill years earlier had already begun the conversion of the land into a green space culminated in his neoclassical architecture where water was the protagonist. In Calatrava we recognize the influences of the Catalan architect Gaudí, a profound admirer of nature from which he is inspired by copying its regulated geometric forms such as the hyperbolic paraboloid, the hyperboloid, the helicoid and the conoid, which imagine reeds, reeds or bones; he said that there is no better structure than a tree trunk or a human skeleton. These forms are both functional and aesthetic and adapt the language of nature to the structural forms of architecture. Gaudí assimilated the helical form to movement, and the hyperboloidal form to light. Calatrava represents a scenario where the Gaudian interrelation is very latent, for example, with the famous "*trencadis*" so used in different parts of the complex. In addition, the cladding and almost all the structural elements are white in line with a discourse on the contemporaneity of the work itself. Calatrava's architecture in the City of Arts and Sciences often combines engineering and technology with mobile and articulated artefacts in an evident demonstration of science, morphology and nature.

Keywords

Turia; Santiago Calatrava, Landscaping; Architecture; Valencia

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

LA CIUDAD DE LAS ARTES Y LAS CIENCIAS I. SANTIAGO CALATRAVA

THE CITY OF ARTS AND SCIENCES I. SANTIAGO CALATRAVA

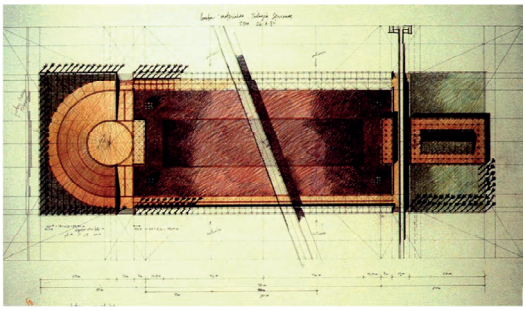
Graziella Bernardo[1], Luis Manuel Palmero Iglesias[2] Giuseppe Angileri[3]
DiUSS Università degli Studi della Basilicata, Matera, Italia[1]; Universitat Politècnica de València[2]; Università degli Studi di Messina, Italia[3].

INTRODUCCIÓN

Bofill, finalmente, solo logró que le concedieran dos tramos, el X y el XI, alrededor del Palau de la Música. Fue contratado en 1981, comenzó las obras en 1986 y fue inaugurado en 1987. Allí trató de aplicar lo que le habían inspirado Frank Lloyd Wright y Alvar Aalto, maestros de la arquitectura orgánica, y creó un lugar bajo la noción romana del espacio urbano como lugar de encuentro, y dio al agua un protagonismo especial a los pies del Palau, inaugurado también ese año.

INTRODUCTION

In the end, Bofill only managed to be granted two sections, the X and the XI, around the Palau de la Música. It was contracted in 1981, began work in 1986 and was inaugurated in 1987. There he tried to apply what had inspired him Frank Lloyd Wright and Alvar Aalto, masters of organic architecture, and created a place under the Roman notion of urban space as a meeting place, and gave water a special prominence at the foot of the Palau, also inaugurated that year.





Bofill concluyó su proyecto, imagen izquierda, pero el resto del cauce quedaba pendiente de futuras intervenciones destacando la llegada de S. Calatrava.



Santiago Calatrava residente en Zúrich desde los años 70 nace en Benimàmet, Valencia y estudia en la Universitat Politècnica de València, tuvo que triunfar en Stadelhofen -acaso su obra pública de mayor equilibrio y relevancia- inciando un camino hacia la fama. Cuando Europa empezó a desearle, los dirigentes socialistas vaelncianos y el Ayuntamiento de Valencia entendieron que debían 'apropiarse' de esta posibilidad, ofrecerle un escenario propicio. Así surgió hace 30 años el proyecto del puente del Nou d'Octubre como primera actuación en el cauce del viejo Turia.

Santiago Calatrava, who has lived in Zurich since the 70s, was born in Benimàmet, Valencia and studied at the Universitat Politècnica de València, he had to triumph in Stadelhofen – perhaps his most balanced and relevant public work – starting a path to fame. When Europe began to desire him, the socialist leaders of Vaelncia and the Valencia City Council understood that they had to 'appropriate' this possibility, to offer him a propitious scenario. This is how the Nou d'Octubre bridge project arose 30 years ago as the first action on the bed of the old Turia.

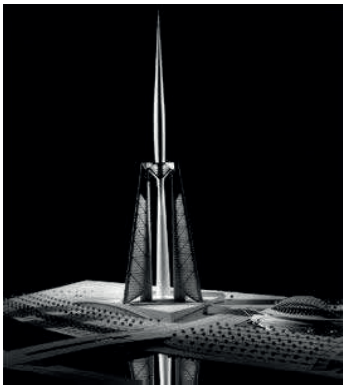
Imagen 1 y 2 Boceto y maqueta Bofill. 3. Calatrava presenta la maqueta que explica su gran proyecto de la Ciudad de las Artes y las Ciencias a los políticos. Años 90.
Image 1 and 2 Sketch and model .3. Calatrava presents the model that explains his great project of the City of Arts and Sciences to politicians. 90s.

El proyecto inicial consistía en la construcción de una ciudad a semejanza de la Citè del Sciencies et l'Industrie de París.Además, contemplaba la construcción de una torre de telecomunicaciones que finalmente fue desestimada y sustituida por el Palacio de las Artes.

The initial project consisted of the construction of a city in the style of the Citè del Sciencies et l'Industrie in Paris. In addition, it contemplated the construction of a telecommunications tower that was eventually rejected and replaced by the Palace of Arts.





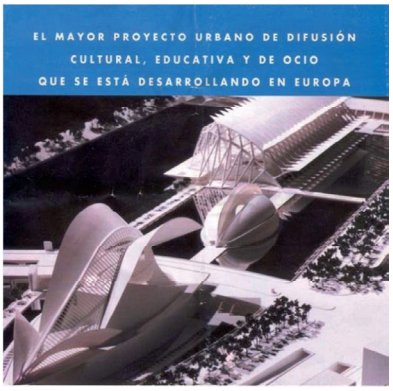


La construcción del complejo supuso el saneamiento de la parte final del cauce del río, una parte donde antaño se situaban diferentes fábricas las cuales vertían al propio río, era una parte con un importante degrado constructivo y social. Con el inicio de la construcción del proyecto, la zona se fue revitalizando urbanísticamente, como se puede ver en la imagen con la construcción de edificios de gran altura.

The construction of the complex involved the sanitation of the final part of the riverbed, a part where different factories were once located which poured into the river itself, was a part with a significant constructive and social degradation. With the start of the construction of the project, the area was revitalized urbanistically, as can be seen in the image with the construction of high-rise buildings.

La Ciudad de las Artes y las Ciencias inició su construcción con la obra del Hemisferio en 1994, una sala de proyección 3D. Abandonando la torre de comunicaciones como icono del proyecto.

In 1994, the construction of the City of Arts and Sciences began with the construction of the Hemisphere, a 3D projection room. Abandoning the communications tower as an icon of the project.







Poco a poco, los tramos encargados al arquitecto de Bofill van quedando relegados por una arquitectura más llamativa y fotogénica, pero posiblemente menos vivible que la de su antecesor.

Little by little, the sections entrusted to the architect from Bofill are being relegated to a more striking and photogenic architecture, but possibly less livable than that of its predecessor.

LA CIUDAD DE LAS ARTES Y LAS CIENCIAS II. SANTIAGO CALATRAVA

THE CITY OF ARTS AND SCIENCES II. SANTIAGO CALATRAVA

Graziella Bernardo
Researcher and professor in Architectural Engineering at the Department for Humanistic, Scientific, and Social Innovation.Dipartimento per l'Innovazione Umanistica, Scientifica e Sociale - D.I.U.S.S.Università degli Studi della Basilicata, Matera, Italia. Emai: graziella.bernardo@unibas.it
Luis Palmero Iglesias
Associate Professor. School of Architecture; Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, Spain. PhD from the Universitat Politècnica de València, PhD in international mention from the Facoltà di Architettura di Firenze, Building Engineer from the University of Castilla La Mancha, Degree in Fine Arts from the Universitat Politècnica de València, Specialist. E-mail: lpalmero@csa.upv.es
Giuseppe Angileri
Doctorado in the Department of Engineering; University of Messina; Contrada Di Dio, 98158 Sant'Agata, Messina ME, Italy. Doctorado en "Research and Innovation", XXXVII cycle (PON Scholarships 2021), Ingeniero en ingeniería de la construcción para la rehabilitación. E-mail: giuseppe.angileri@stufdenti.unime.it

Abstract

In July 1996, Ciudad de las Artes y las Ciencias, S.A. was born, after the modification of the corporate name of Vacico (Valencia, Science and Communications), a commercial company of the Generalitat Valenciana. The project, designed by the Valencian architect Santiago Calatrava, is being built on the old Turia riverbed, where the architect Bofill years earlier had already begun the conversion of the land into a green space culminated in his particular neoclassical architecture where water was the protagonist. The City of Arts and Sciences of Valencia is a unique complex dedicated to scientific and cultural dissemination, which is made up of six major elements: the Hemisfèric, 3D cinema and digital projections; the Umbracle, a landscaped viewpoint with a representation of the native plants of the Mediterranean; the Museu de les Ciències, an innovative interactive science centre; the Oceanogràfic, one of the largest aquariums in Europe; the Palau Les Arts, dedicated to the operatic programme, and the Agora, the last building built to house the cultural space owned by CaixaForum. One of the most emblematic buildings is the Palau de les Arts Reina Sofía (2005), a building that completes the complex by replacing the telecommunications tower of the initial project. The presence of this sculptural building, with nautical shapes, appears as a background perspective of the entire old riverbed. Lenticular in shape, developing under a large roof roof, supported at one end in its west area and in the central area, leaving the east area of the roof completely cantilevered. Two shells made of laminated steel weighing approximately 3,000 tonnes make up the exterior skin of the building. It is a great structural display where the predominant material is also white concrete.

Keywords

Turia; Santiago Calatrava, Landscaping; Architecture; Valencia

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

CIUDAD DE LAS ARTES Y LAS CIENCIAS II . SANTIAGO CALATRAVA

CITY OF ARTS AND SCIENCES II. SANTIAGO CALATRAVA

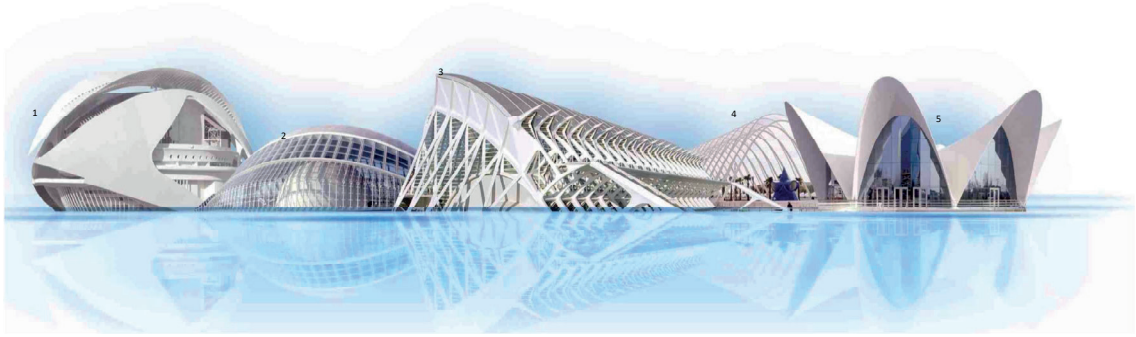
Graziella Bernardo[1], Luis Manuel Palmero Iglesias[2] Giuseppe Angileri[3]
DiUSS Università degli Studi della Basilicata, Matera, Italia[1]; Universitat Politècnica de València[2] Università degli Studi di Messina, Italia[3]

INTRODUCCIÓN

VACICO empresa que nace como Valencia Ciencia y Comunicaciones convoca un concurso internacional de ideas para el proyecto de la Torre de Telecomunicaciones que gana el arquitecto e ingeniero valenciano Santiago Calatrava Valls. El anteproyecto es presentado en septiembre de ese mismo año y poco después, en 1992, la Generalitat decide fusionar ambos proyectos en uno solo la "Ciutat de les Ciències" de Valencia, encargando a Calatrava la redacción de todo el proyecto. Las obras comenzaron en los meses iniciales del año 1995 en terrenos colindantes al Camino de las Moreras, junto al viejo cauce e iban a suponer la urbanización de aproximadamente 160.000 m^2.

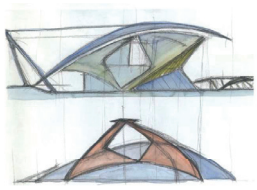
INTRODUCTION

VACICO, a company that was born as Valencia Science and Communications, announces an international competition of ideas for the project of the Telecommunications Tower, which is won by the Valencian architect and engineer Santiago Calatrava Valls. The preliminary project was presented in September of the same year and shortly after, in 1992, the Generalitat decided to merge both projects into one, the "Ciutat de les Ciències" of Valencia, entrusting Calatrava with the drafting of the entire project. The works began in the first months of 1995 on land adjacent to the Camino de las Moreras, next to the old riverbed and were going to involve the urbanization of approximately 160,000 m2.



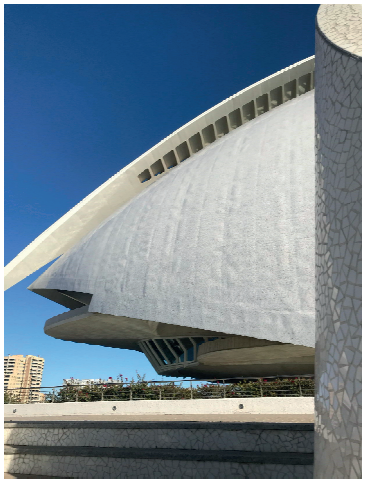
1.- Palacio de las Artes Reina Sofía. 08_10-2005. 330.000.000
2.- L'Hemisferic. 16_04_1998. 240.000.000
3.-Museo de las Ciencias. 13_11_2000. 150.000.000
4.- L'Umbracle. 2000
5.- L'Oceanografic. 12_12_2002. 108.000.000

1.- Palacio de las Artes Reina Sofía. 08_10-2005. 330.000.000
2.- L'Hemisfèric. 16_04_1998. 240.000.000
3.-Science Museum. 13_11_2000. 150.000.000
4.- L'Umbracle. 2000
5.- L'Oceanografic. 12_12_2002. 108.000.000



En cuanto al Palacio de las Artes, engendrado como emblema sustitutivo de la Torre de Telecomunicaciones, iba a contar con un gran Centro de las Artes Escénicas, una Escuela de Cine yArtes Visuales, un Centro Valenciano de la Música, la Filmoteca Valenciana, salas de representación y de exposiciones y un Centro de Documentación.

As for the Palace of the Arts, conceived as a substitute emblem for the Telecommunications Tower, it was to have a large Centre for the Performing Arts, a School of Cinema and Visual Arts, a Valencian Centre for Music, the Valencian Film Archive, performance and exhibition halls and a Documentation Centre.

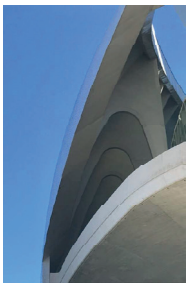


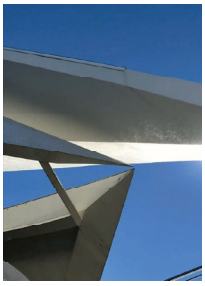


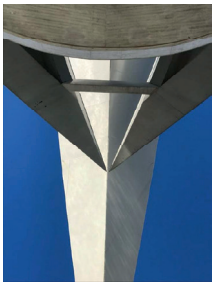












Las ciudades son lugares dinámicos en los que las personas se relacionan entre sí y se desplazan por el espacio. Esta es la forma en la que Calatrava entiende la ciudad cuando afirma que "el común denominador de la obra es el movimiento, el concepto de movimiento a través del espacio", y concluye que "moverse es la forma de descubrir la arquitectura" .
Lo que interesa a Calatrava es el movimiento de las personas dentro del espacio. Intenta aportar una sensación de dinamismo a la Ciudad y evitar el estatismo intrínseco de la arquitectura. Por eso, los edificios se constituyen como hitos de ese recorrido y se articulan a lo largo de un eje central que comienza con el Palacio de las Artes –con su propio recorrido interior- y culminan en el Oceanográfico.

Imagénes del complejo con todos sus edificios más emblemáticos. Fotos: Palmero_Bernardo

Cities are dynamic places where people interact with each other and move through space. This is the way in which Calatrava understands the city when he states that "the common denominator of the work is movement, the concept of movement through space", and concludes that "moving is the way of discovering architecture".
What interests Calatrava is the movement of people within space. It tries to bring a sense of dynamism to the City and avoid the intrinsic statism of architecture. For this reason, the buildings are constituted as landmarks of this route and are articulated along a central axis that begins with the Palace of Arts – with its own interior route – and culminates in the Oceanographic.

Images of the complex with all its most emblematic buildings. Photos: Palmero_Bernardo

ANÁLISIS DEL DESARROLLO URBANO MEDIANTE SIG: VALENCIA DEL RÍO TURIA AL JARDÍN DEL TURIA

GIS ANALYSIS OF URBAN DEVELOPMENT: VALENCIA FROM THE TURIA RIVER TO THE TURIA GARDEN

Giuseppe Angileri
PhD student at the Department of Engineering; University of Messina; Contrada Di Dio, 98158 Sant'Agata, Messina ME, Italy. Doctorate with PON scholarship in "Research and Innovation", XXXVII cycle (PON scholarships 2021), Doctor of Engineering in Construction Engineering for recovery. Email: giuseppe.angileri@stufdenti.unime.it

Marina Arena
Associate professor in Urban planning at the Department of Engineering; University of Messina; Contrada Di Dio, 98158 Sant'Agata, Messina ME, Italy. Architect and PhD in Urban planning. E-mail: marina.arena@unime.it

Luis Palmero Iglesias
Professor in the Superior Technical Architecture School; University of Valencia,Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, Spain. PhD in the University of Valencia, PhD International in the Florence Architecture Faculty, Engineer at the University Castilla La Mancha,Graduate in the Arts at the University of Valencia,Specialist in Building pathology, Architecture Construction Department. E-mail: lpalmero@csa.upv.es

Abstract

Analysing the urban-historical evolution of a city usually involves objective difficulties, either because of the search for historical information or the complexity of identifying replaced historical elements that are no longer distinguishable in their original locations. However, thanks to new digital technologies, such as Geographic Information Systems (GIS), it is now possible to examine with greater precision and detail the transformations that have affected urban areas over the centuries. The study of the city of Valencia, especially the River Turia, is intended to be a practical example of how these technologies can be used to understand the urban evolution of an area significantly marked by history. In this context, important urban transformations have taken place over time, some ancient, such as the construction and demolition of historic bridges, and others more modern, such as the conversion of the river bed into a linear park and the construction of the City of Sciences and Arts.

Keywords

Digitisation; GIS; Urban development; River Turia; València

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

ANÁLISIS DEL DESARROLLO URBANO MEDIANTE SIG: VALENCIA DEL RÍO TURIA AL JARDÍN DEL TURIA

GIS ANALYSIS OF URBAN DEVELOPMENT: VALENCIA FROM THE TURIA RIVER TO THE TURIA GARDEN

Giuseppe Angileri[1], Marina Arena[1], Luis Palmero Iglesias[2]
Dipartimento Di Ingegneria, Università di Messina[1]; Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación, Universitat Politècnicade València[2]

2023 ORTOFOTO 2023 de la Comunitat Valenciana

EL EX-RIO HOY

El Jardín del Turia, se ha consolidado como un parque lineal inclusivo y multifuncional a lo largo del antiguo cauce del río. Este espacio ha evolucionado para convertirse en el eje vertebrador de la ciudad, superando su antiguo papel de frontera y obstáculo al crecimiento. Con más de 10 km de longitud, el parque conecta el casco antiguo con los barrios circundantes y los complejos residenciales periféricos, convirtiéndose en un eje estratégico para la expansión urbana. Ha sido concebido como una "infraestructura verde y azul" que enlaza el interior urbano con la zona costera de forma natural. Además, se ha fortalecido con proyectos culturales significativos, como la Ciutat de les Arts i les Ciències diseñada por S. Calatrava y el Oceanográfico de F. Candela. El parque se divide en 14 tramos, delimitados por las orillas del antiguo río y varios puentes históricos y modernos. Destacados arquitectos y urbanistas, como R. Bofill, R. Rivera y J. Ríos, han contribuido al diseño de la arquitectura y proyectos de verde urbano en diferentes secciones del parque. Además, el Jardín del Turia se distingue por su enfoque deportivo y recreativo. A lo largo de su extensión, cuenta con un sendero dedicado a la carrera a pie y otro exclusivo para la movilidad lenta. También alberga 11 instalaciones deportivas independientes. En conjunto, el Jardín se ha convertido en un espacio integral que refleja la fusión entre la naturaleza, la cultura, el deporte y la planificación urbana en la ciudad.



1. El Bioparc de Valencia
1. The BioPark of Valencia



2. El Pont de Fusta Actual
2. The bridge of Wharfs today

2001 FotoAerea_2001

EL JARDÍ DEL TÚRIA

El proceso urbanístico y social que ha conducido a la actual conformación del cauce del Turia es un complejo proceso urbano que a lo largo de unos sesenta años ha transformado el cauce del Turia en una zona verde con enfoque en deporte y cultura. En los últimos veinte años, la ciudad ha concentrado esfuerzos en enriquecer el nuevo cauce con servicios y arquitectura de calidad. Las intervenciones se han focalizado en los extremos opuestos del parque lineal. Al este, se proyecta y construye el Parc de Capçalera, un parque urbano enriquecido por un lago artificial, cuyo objetivo es, en parte, superar la paradoja que representa la creación de un cauce sin agua. . Hacia el oeste, el recinto de la Ciudad de las Ciencias y las Artes se ha mejorado con dos elementos arquitectónicos monumentales, el Palacio de las Artes Reina Sofía y el Ágora, ambos diseñados por Santiago Calatrava. Estos elementos son conceptualmente distintos, siendo el Palacio el centro del complejo, representando originalidad y complejidad en su diseño. Su construcción enfrentó modificaciones y problemas constructivos, finalizándose cinco años después que los demás elementos, en 2005. Por otro lado, el Ágora fue concebida como una gran plaza cubierta, el concepto del edificio está plenamente en consonancia con las líneas futuristas del complejo, y su concepción sirvió para llenar un vacío que se había creado entre la Ciudad de las Ciencias y el Centro Oceanográfico, que también se construyó en esa época.



5. El actual puente de Alameda en construcción
5. The current Alameda bridge under construction



6. El Parc Gulliver hoy
6.The Parc Gulliver today

1980 FotoAerea_1980

UNA VEZ FINALIZADO EL PLAN SUR

Durante el periodo entre 1980 y 2001, se llevó a cabo la realización efectiva del actual parque lineal del Turia. En 1980, se aprobó el Plan Especial de Ordenación del Antiguo Cauce del Río Turia, con la condición de ejecutarse antes del 30 de enero de 1981. En septiembre de ese año, la Comisión Municipal de Urbanismo contrató al arquitecto Ricardo Bofill para liderar el equipo encargado del Plan Especial de Reforma Interior del Río Turia. En junio de 1982, se presentó un avance del plan al Ayuntamiento y se recogieron sugerencias ciudadanas en una exposición pública.
El proyecto original, influenciado por Bofill, proponía un parque lineal con elementos neoclásicos, geometría rigurosa y grandes elementos ornamentales, como avenidas de palmeras, fuentes y anfiteatros. Las obras comenzaron el 28 de febrero de 1986, y se realizaron diversos proyectos, no solo centrados en el verde urbano, sino también en servicios culturales y recreativos. Entre estos proyectos se incluyen el Palacio de la Música, diseñado por José María García de Paredes, con salas para congresos, exposiciones y espectáculos; el Parque Gulliver, encargado en 1990 a Rafael Rivera y Manolo Martín; y el estadio del Turia, destacando como recuerdo del antiguo estadio provisional del Turia del siglo XX. Estas intervenciones contribuyeron a la transformación del cauce en un parque multifuncional con un enfoque cultural y recreativo.



9. 2º tramo del Turia en construcción
9. 2th section of Turia in construction



10. Parc Gulliver y 12º tramo del Turia en construcción
10. Gulliver Park and 12th section of Turia in construction

1956 ORTOFOTO de 1956 de la Comunitat Valenciana

EL RÍO ANTES DE LA RIADA

El periodo históricamente más relevante para comprender la creación del actual Jardín del Turia fue desencadenado por un evento natural catastrófico: la Riada de octubre de 1957, que desbordó la ciudad con la fuerza del río. La magnitud de este suceso evidenció la vulnerabilidad de la urbe ante su río. Posteriormente, se estableció una Comisión Técnica Especial para desarrollar la Solución Conjunta para Valencia. Tres propuestas surgieron: el Plan Norte y el Plan Sur proponían desviar el río construyendo un nuevo cauce al norte o al sur de la ciudad, mientras que el Plan Central buscaba mantener el río en su cauce histórico con obras para controlar su caudal.
Finalmente, se optó por el Plan Sur, que desvió el río, permitiendo la expansión del puerto comercial. La construcción de un nuevo cauce de más de 12 km se completó en 1972, más de diez años después de su aprobación en 1958. Con el antiguo cauce disponible, se planteó inicialmente construir una extensa autovía, pero la comunidad se opuso, clamando "el cauce del Turia es nuestro y deseamos verde". Bajo esta presión ciudadana, el Ayuntamiento transformó el antiguo recorrido fluvial en el parque lineal actual, cumpliendo con una visión que la comunidad tenía desde hace siglos.



13. El puente de la Exposición después dela Riada
13. The Exhibition Bridge after the floods



14. Puente de campanar durante la riada
14. Campanar bridge during the flood



THE FORMER RIVER TODAY

The Turia Gardens have established themselves as an inclusive and multifunctional linear park along the former riverbed. This space has evolved into the central axis of the city, surpassing its previous role as a border and impediment to growth. Stretching over 10 km, the park connects the old town with surrounding neighborhoods and peripheral residential complexes, becoming a strategic axis for urban expansion. Conceived as a "green and blue infrastructure," it naturally links the urban interior with the coastal area. Additionally, it has been enhanced with significant cultural projects, such as the Ciutat de les Arts i les Ciències designed by S. Calatrava and the Oceanografic by F. Candela.

The park is divided into 14 sections, delineated by the banks of the former river and various historical and modern bridges. Renowned architects and urban planners, including R. Bofill, R. Rivera, and J. Ríos, have contributed to the architecture and urban green projects in different sections of the park. Furthermore, the Turia Gardens stand out for their focus on sports and recreation. Across its expanse, there are dedicated paths for running and slow mobility, along with 11 independent sports facilities. Overall, the Gardens have transformed into a comprehensive space that reflects the fusion of nature, culture, sports, and urban planning in the city.



3. El Palacio de las Artes Reina Sofía
3. The Palace of the Arts Reina Sofía



4. Ágora y Pont l'Assut de l'Or
4. Agora and the bridge l'Assut de l'Or

THE TURIA GARDEN

The urban and social process that has led to the current configuration of the Turia riverbed is a complex urban transformation that, over approximately sixty years, has turned the Turia riverbed into a green area with a focus on sports and culture. In the last two decades, the city has concentrated efforts on enhancing the new riverbed with quality services and architecture. Interventions have been concentrated at the opposite ends of the linear park. To the east, the Parc de Capçalera, an urban park enriched by an artificial lake, is projected and built, aiming in part to overcome the paradox of creating a riverbed without water. To the west, the area of the City of Arts and Sciences has been improved with two monumental architectural elements, the Palau de les Arts Reina Sofia and the Agora, both designed by Santiago Calatrava. These elements are conceptually distinct, with the Palace being the focal point of the complex, representing originality and complexity in its design. Its construction underwent modifications and construction issues, completing five years later than the other elements, in 2005. On the other hand, the Agora was conceived as a large covered plaza, with the building's concept fully aligned with the futuristic lines of the complex. Its conception served to fill a void that had arisen between the City of Arts and Sciences and the Oceanographic Center, also constructed during that period.



7. Pont de les Flors
7. The bridge flowers



8. Palacio de la Música y 11º tramo del Turia en construcción
8. Palace of Music and 11th section of Turia in construction

ONCE THE SOUTH PLAN WAS COMPLETED

During the period between 1980 and 2001, the effective realization of the current Turia linear park took place. In 1980, the Special Plan for the Organization of the Ancient Turia Riverbed was approved, with the condition that it be executed before January 30, 1981. In September of that year, the Municipal Urbanism Commission hired architect Ricardo Bofill to lead the team responsible for the Special Plan for the Interior Reform of the Turia River. In June 1982, a preview of the plan was presented to the City Council, and public suggestions were collected in an exhibition.
The original project, influenced by Bofill, proposed a linear park with neoclassical elements, rigorous geometry, and large ornamental features, such as palm tree-lined avenues, fountains, and amphitheaters. Construction began on February 28, 1986, and various projects were carried out, not only focusing on urban greenery but also on cultural and recreational services. These projects include the Palace of Music, designed by José María García de Paredes, with halls for congresses, exhibitions, and performances; the Gulliver Park, commissioned in 1990 to Rafael Rivera and Manolo Martín; and the Turia Stadium, standing as a reminder of the old provisional Turia Stadium from the 20th century. These interventions contributed to the transformation of the riverbed into a multifunctional park with a cultural and recreational focus.



11. Calatrava describe la Ciudad de las Artes y a Marcela Miró
11. Calatrava describes the City of Arts at Marcela Miró



12. Tramo en torno al pont de fusta antes del inicio de las obras
12. Section around the bridge of Whips before the construction

THE RIVER BEFORE THE FLOOD

The historically most significant period for understanding the creation of the current Turia Gardens was triggered by a catastrophic natural event: the October 1957 flood that overwhelmed the city with the river's force. The magnitude of this event highlighted the vulnerability of the city to its river. Subsequently, a Special Technical Commission was established to develop the Joint Solution for Valencia. Three proposals emerged: the North Plan and the South Plan suggested diverting the river by constructing a new channel to the north or south of the city, while the Central Plan aimed to keep the river in its historical channel with works to control its flow.

Ultimately, the South Plan was chosen, diverting the river and allowing for the expansion of the commercial port. The construction of a new channel over 12 km long was completed in 1972, more than ten years after its approval in 1958. With the old riverbed available, there was initially a proposal to build an extensive highway, but the community opposed it, declaring "the Turia riverbed is ours, and we want it green." Under this public pressure, the City Council transformed the old river route into the current linear park, fulfilling a vision that the community had held for centuries.



15. Paseo de la Pechina con Gran Vía Fernando el Católico
15. Paseo de la Pechina with Gran Vía Fernando el Católico



16. El cauce cerca el pont del Mar
16. the riverbed near the Pont del Mar

©2025, ETS de Ingeniería de Edificación, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA - 296

L'EVOLUZIONE DELLE NORMATIVE TECNICHE E URBANISTICHE CHE HANNO PERMESSO IL FENOMENO DI CRESCITA VERTICALE DELLA CITTÁ DI MESSINA

THE EVOLUTION OF TECHNICAL AND URBAN PLANNING REGULATIONS THAT HAVE ALLOWED THE PHENOMENON OF VERTICAL GROWTH IN THE CITY OF MESSINA

Graziano Tomasello
Architect, PhD student in "Civil, environmental and safety engineering", curriculum "Science and technology, materials, energy and complex systems for distributed computing and networks", at the Department of Engineering, University of Messina, Contrada di Dio, 98158 Sant'Agata, Messina (ME). E-mail: graziano.tomasello@studenti.unime.it

Abstract

Following the 1908 earthquake, the city of Messina lost more than half its population and almost all of its building and artistic heritage. Engineer Luigi Borzì was appointed to draw up the new Master Plan, with which the reconstruction process began. The anti-seismic regulations are very binding and aim at defining a city made up of buildings of limited height and wide streets. Messina thus assumed horizontal development and increased its surface area compared to its 19th-century conformation.

From the 1940s, with the saturation of the areas included within the urban planning instrument, the city began its horizontal growth towards the peripheral areas and vertical growth through two modes: the replacement, with demolition and rebuilding, of the buildings constructed in the first years of reconstruction or their elevation. In particular, with the second phenomenon, the image of the city and its proportions are slowly altered.

The aim of this work is to study the evolution of the technical regulations and urban planning instruments, adopted by the Municipality of Messina, that allowed this process of elevation the blocks of the Borzì Plan during the second half of the 20th century, causing a change in the city's architectural character.

Keywords
Anti-seismic Regulations, Vertical Growth, Messina, Elevation, Blocks

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

L'EVOLUZIONE DELLE NORMATIVE TECNICHE E URBANISTICHE CHE HANNO PERMESSO IL FENOMENO DI CRESCITA VERTICALE DELLA CITTÁ DI MESSINA

THE EVOLUTION OF TECHNICAL AND URBAN PLANNING REGULATIONS THAT HAVE ALLOWED THE PHENOMENON OF VERTICAL GROWTH IN THE CITY OF MESSINA

Graziano Tomasello
Department of Engineering, University of Messina

INTRODUZIONE

Il fenomeno di crescita verticale di Messina, iniziato in prossimità del secondo conflitto bellico, è un processo di trasformazione urbana che ha caratterizzato la storia della città peloritana nella seconda metà del Novecento. L'espansione comincia, a partire dagli anni '40, sul piano orizzontale in direzione sud/nord e sul piano verticale con la demolizione/ricostruzione o con la sopraelevazione di alcuni edifici. Infatti i primi fabbricati realizzati dopo il sisma del 1908, a causa delle stringenti normative antisismiche, erano di soli due piani. La realizzazione di rialzi, con l'aggiunta di uno/due piani, inizia per mezzo dell'evoluzione delle normative tecniche e delle prescrizioni degli strumenti urbanistici. Questo fenomeno diventa uno dei caratteri identitari della città di Messina: non si tratta di operazioni puntuali distribuite in diversi secoli, ma di un *modus operandi* che cresce e si sviluppa parallelamente allo sviluppo urbano in circa cinquanta anni di storia. Le normative tecniche per le costruzioni perdono, con il passare degli anni, quel carattere di rigidità e permettono di individuare una alternativa al problema della saturazione delle aree edificabili nel centro della città.

INTRODUCTION

The phenomenon of vertical growth in Messina, which began near the Second World War, is a process of urban transformation that characterised the history of the city of Messina in the second half of the twentieth century. Expansion began, starting in the 1940s, on the horizontal plane in the south/north direction and on the vertical plane with the demolition/reconstruction or raising of certain buildings. In fact, the first buildings constructed after the earthquake of 1908 were only two storeys high due to stringent earthquake regulations. The construction of elevations, with the addition of one/two storeys, began with the evolution of technical regulations and the prescriptions of town planning instruments. This phenomenon becomes one of the identifying features of the city of Messina: it is not a matter of punctual operations spread over several centuries, but of a *modus operandi* that grows and develops in parallel with urban development over some fifty years of history. As the years went by, the technical building regulations lost their rigid character and allowed an alternative to be found to the problem of the saturation of building areas in the city centre.

OBIETTIVI

L'obiettivo della ricerca è ricostruire l'evoluzione delle normative tecniche e degli strumenti urbanistici, adottati dal Comune di Messina, che hanno consentito il processo di sopraelevazione degli isolati del Piano Borzì durante la seconda metà del Novecento, provocando un mutamento caratteri architettonici della città.

OBJECTIVES

The aim of the research is to reconstruct the evolution of the technical regulations and urban planning tools, adopted by the Messina Municipality, that allowed the process of elevation of the blocks of the Borzì Plan during the second half of the 20th century, causing a change in the city's architectural character.

METODOLOGIA

L'evoluzione delle normative antisismiche e degli strumenti urbanistici è stata determinante ai fini del processo di crescita verticale della città. Le disposizioni post terremoto, comprensibilmente molto rigide e inflessibili, vengono gradualmente allentate e modificate nel corso dei decenni. Per sviluppare la presente ricerca, sono state studiate queste normative (seguendo l'ordine cronologico di emanazione dal 1909 sino ad oggi) focalizzando l'attenzione sulle specifiche prescrizioni relative all'aumento dell'altezza per le nuove costruzioni e alle sopraelevazioni degli edifici esistenti.

METHODOLOGY

The evolution of earthquake regulations and town planning instruments has been crucial to the city's vertical growth process. The post-earthquake regulations, which were understandably very strict and inflexible, were gradually loosened and modified over the decades. In order to develop the present research, these regulations were studied (following the chronological order in which they were issued from 1909 to the present day) focusing on the specific prescriptions concerning the increase in height for new constructions and the elevation of existing buildings.

FIRST PERIOD: 1909 - 1935	
R.D. n.193 del 18/04/1909 (G.U. del Regno n.95 del 22/04/1909): *"Norme tecniche ed igieniche obbligatorie per le riparazioni ricostruzioni e nuove costruzioni degli edifici pubblici e privati nei luoghi colpiti dal terremoto del 28 dicembre 1908 e da altri precedenti ed anche nell'intero R.D. 15 aprile 1909 e ne designa i Comuni".*	
Residential building height limits	10 m (maximum two storeys with a 5 m intermediate floor)
Public buildings height limits	16 m
Street width limits and distances between buildings	10 m: The height of a building must be 3,5 m less than the street it faces (H max=L-3,5).
Elevations	Not permitted on buildings 10 m or more in height
Non-habitable accessory volumes on terraces	No masonry work of any kind is permitted above the eaves level (living or storage rooms)
Any notes	Buildings that are higher than the stipulated height may only be constructed if they are set back from the street alignment by 1/2 of the greater height and if they are outside built-up areas
R.D.L. n.2089 del 23/10/1924 (G.U. del Regno n.303 del 30/12/1924): *"Norme tecniche ed igieniche per le riparazioni, ricostruzioni e nuove costruzioni degli edifici pubblici e privati nei comuni o frazioni di comune dichiarati zone sismiche"*	
Residential building height limits	10 m on level and 11 m on a slope
Public buildings height limits	They may exceed the previously defined limits
Street width limits and distances between buildings	10 m in built-up areas (8 m in special cases and 6 m in mountainous areas). In any case, buildings may not be higher than the width of the street on which they face (H max=L)
Elevations	Not permitted on buildings 10 m or 12 m high
Non-habitable accessory volumes on terraces	No habitable rooms allowed above the eaves level. Constructions (non-habitable accessory volumes) made of timber or iron are permitted (H max=2 m and max=1/10 total area)
Any notes	Buildings higher than the stipulated height (12 m on the flat and 13,5 m on the slope) with 3 storeys can only be realised with the prior approval of of the Superior Council of Public Works
SECOND PERIOD: 1935 - 1962	
R.D.L. n.640 del 25/03/1935 (G.U. del Regno n.120 del 20/05/1935): *"Norme tecniche e estetiche con speciali prescrizioni per le località colpite dal terremoto"*	
Residential building height limits	First seismic category zone: 16 m on level and 17,50 m on slope (max. 4 levels); Second seismic category zone: 20 m on level and 21,50 m on slope (max. 5 levels)
Public buildings height limits	They may exceed the previously defined limits
Street width limits and distances between buildings	10 m in built-up areas (8 m in special cases and 6 m in mountainous areas). However, buildings may not have heights greater than one and a half times the width of the street they face (H max=L+1/2L).
Elevations	One-storey elevations are permitted for buildings with H max=10 or 12 m whose structure corresponds to the requirements of the current law. The walls of the elevation must be made of brick, be at least 30 cm thick and rest on a reinforced concrete frame at least 30 cm high running over all masonry
Non-habitable accessory volumes on terraces	Only the construction of light-structured accessory volumes is permitted above the eaves level (H max=3 m and covered area max=1/10 of the total terrace area)
THIRD PERIOD: 1962 - 1974	
L. n. 1684 del 25/11/1962 (G.U. n. 326 del 22/12/1962): *"Provvedimenti per l'edilizia con particolari prescrizioni per le zone sismiche"*	
Residential building height limits	First seismic category zone: 21 m on level and 22,50 m on slope (max. 6 levels); Second seismic category zone: 24,50 m on level and 26 m on slope (max. 7 levels)
Public buildings height limits	They may exceed the previously defined limits
Street width limits and distances between buildings	10 m in built-up areas (8 m in special cases and 6 m in mountainous areas). However, buildings may not have heights greater than twice the width of the street they face (H max=2L)
Elevations	In the first seismic category zone, one-storey (two storeys in the second category zone) elevations are permitted for buildings, not already elevated, with H max=10 or 12 m. Erelevation is permitted only if the effective connection and continuity of the structures is ensured by welding the reinforcements
Non-habitable accessory volumes on terraces	Only the construction of light-structured accessory volumes is permitted above the eaves level (H max=2,5 m and covered area max=1/10 of the total terrace area)
FOURTH PERIOD: 1975 - TODAY	
L. n. 64 del 02/02/1974 (G.U. n. 76 del 21/03/1974): *"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"* - **D.M. n. 40 del 03/03/1975** (G.U. n. 93 del 08/04/1975): *"Approvazione delle Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche e disposizioni concernenti l'applicazione delle norme per le costruzioni in zone sismiche"*	
Residential building height limits	Defined according to seismicity grade "S". There are no limitations for buildings with framed structures. They remain for masonry (16 - 11 – 7,50 m), load-bearing panel (32 - 25 - 15 m) or timber (10 - 7 m) structures
Public buildings height limits	There are no limitations for framed buildings
Street width limits and distances between buildings	10 m in built-up areas. However, buildings may not have heights greater than twice the width of the street they face (H max=2L)
Elevations	The elevation (only one storey) of masonry buildings and the elevation (even two storeys or one storey for buildings already raised) of normal and prestressed reinforced concrete, steel or load-bearing panel buildings with H max=10 or 12 m is permitted. The whole structure must comply with the standards of this law (effective connection and continuity of structures by welding of reinforcements).
Non-habitable accessory volumes on terraces	Please refer to the local urban planning instruments
D.M LL.PP. del 24/01/1986 (G.U. n. 108 del 12/05/1986): *"Norme tecniche per costruzioni antisismiche"*	
Residential building height limits	Defined according to seismicity grade "S". There are no limitations for buildings with framed structures. They remain for masonry (16 - 11 – 7,50 m).
Public buildings height limits	There are no limitations for framed buildings
Street width limits and distances between buildings	Buildings may not have heights greater than twice the width of the street they face (H max=2L)
Elevations	Elevations are permitted only if they are compatible with the widths of the streets they overlook (H max. elevated buildings=2L). The prescriptions of the previous regulations are confirmed, but it is specified that elevation projects must be accompanied by studies and verifications regarding the entire structure
Non-habitable accessory volumes on terraces	Please refer to the local urban planning instruments
Any notes	Since Ministerial Decree of 16/1/1996 the ratio of maximum building height (H) and street width (L) becomes: H<3m with L ≤ 3m; H < L with 3m < L ≤ 11m; H = 1/m + 3m (L – 11m) with L > 11m
D.P.R. n. 380 del 06/06/2001 (G.U. n. 245 del 20/10/2001): *"T.U. delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia (Testo A)"*	
Residential building height limits	There are no limitations for framed buildings
Public buildings height limits	There are no limitations for framed buildings
Street width limits and distances between buildings	For buildings facing streets, the maximum height is twice the width of the street
Elevations	Elevation (one storey) is permitted in masonry buildings and elevation (two storeys) in buildings made of normal and prestressed concrete, steel or load-bearing panels. Authorisation is granted by a certificate issued by the competent Regional Technical Office, which specifies the maximum number of storeys that may be raised and the suitability of the existing buildings to bear the load
Non-habitable accessory volumes on terraces	For the construction of non-habitable accessory volumes on terrace floors, reference is made to the local town planning instruments
D.M.I.T. del 14/09/2005 (G.U. n. 222 del 23/09/2005) - **D.M. del 14/01/2008** (G.U. n. 29 del 04/02/2008) - **D.M. del 17/01/2018** (G.U. n. 42 del 20/02/2018): *"Norme Tecniche per le Costruzioni"*	
Residential building height limits	There is no longer a definition of maximum building heights. Instead, safety verification methods for loads and stresses on buildings are provided for each type of structure
Public buildings height limits	-
Street width limits and distances between buildings	It is specified that limitations for the height of buildings in relation to street width may be defined by the regulations and implementation rules of local urban planning instruments
Elevations	Elevations of buildings of any type of structure are permitted, in compliance with the urban planning instruments in force. The project must refer to the entire building and must also include safety checks of the entire structure post-intervention.
Non-habitable accessory volumes on terraces	For the construction of non-habitable accessory volumes on terrace floors, reference is made to the local town planning instruments

Tabella 1. Periodizzazione delle normative antisismiche nazionali con individuazione delle quattro fasi relative alle prescrizioni relative all'aumento dell'altezza per le nuove costruzioni e alle sopraelevazioni degli edifici esistenti./ Table 2. Periodization of national anti-seismic regulations with identification of the four phases relating to the requirements for increasing the height of new buildings and the elevation of existing buildings.

FIRST PERIOD: 1911 - 1976	
1911 - Piano Regolatore della città di Messina - *"Approvato con R.D. 31/12/1911, compilato dal Cav. Uff. Ing. Luigi Borzì, durante la gestione del R. Commissario Comm. A. Salvadori"*	
General notes	The city's first urban development plan after the earthquake of 1908 is the transposition of the principles of the technical and hygienic regulations contained in R.D. no.193 of 18/4/1909. The plan specifies that blocks divided into several compartments, although belonging to different owners, must be built following the same architectural style based on the first construction and the same heights, in order to establish a harmonious design.
Residential building height limits	10 m (maximum two storeys with a 5 m intermediate floor)
Street width limits and distances between buildings	For most of the streets in the city equal to 14 m (with the exception of Viale San Martino, Via Garibaldi and Via La Farina of 30, 30 and 24 m respectively). The width of the streets must be 3,5 m greater than the buildings facing onto them (L-H max=3,5) and in any case in the built-up area cannot be less than 10 m
Elevations	Elevations of existing buildings are not covered
Non-habitable accessory volumes on terraces	Works of any kind above the eaves are not covered
SECOND PERIOD: 1976 - 2003	
1976 - P.R.G. della città di Messina - *"Redatto dalla Tekne di Milano"*	
General notes	By Interministerial Decree no.255 of 12/3/1956, the municipality of Messina was included in the list of municipalities that had to have a P.R.G. for their territory, pursuant to and by effect of Town Planning Law no.1150 of 17/8/1942 (amended and supplemented by Law no.765 of 6/8/1967). Below are the main prescriptions for zones A (residential and urban, of historical interest and of particular environmental value), B1a and B1b (residential within the limits of the old town of Borzì, but not included in the historical centre), which cover a large part of the surface area of the town of Borzì
Residential building height limits	Compared to zone A: 15,70 m; Interventions in the historic centre, even with a regular building permit, must be subject to the authorisation of the competent Superintendence for Environmental, Architectural, Artistic and Historical Heritage. Compared to B1a and B1b zones: 21,70 m
Elevations	Compared to zone A: Elevations of existing buildings are not permitted; Compared to zones B1a and B1b: Elevations are permitted, even in buildings that have already been elevated, of only one storey, while remaining within 21,70 m and complying with earthquake-proof technical regulations
Non-habitable accessory volumes on terraces	Compared to zone A: Construction of non-habitable accessory volumes is permitted (H max=3 m and covered area max=10% of the total terrace area); Compared to zones B1a and B1b: Construction of non-habitable accessory volumes is permitted (H max=3 m and covered area max=15% of the total terrace area)
1990 - P.R.G. del Comune di Messina - *"Variante generale redatta dal Prof. Arch. Leonardo Urbani (capogruppo) con l'Ing. Saro Cutrufelli, l'Ing. Aldo D'Amore, l'Arch. Vittorio Potestà, il Prof. Arch. Antonio Quistelli, l'Ing. Giuseppe Rodriguez, il Prof. Ing. Marcello Vittorini (componenti)"*	
General notes	Nearly at the end of the 15-year validity period of the Tekne plan, the general variant was drafted by Leonardo Urbani, which strongly follows in the footsteps of the previous instrument, with minor changes to the technical implementation regulations. Below are the main prescriptions for zones A, B1a and B1b (coinciding with the zones of the Tekne Plan)
Residential building height limits	As the P.R.G. Tekne
Elevations	As the P.R.G. Tekne
Non-habitable accessory volumes on terraces	Compared to zone A: Construction of non-habitable accessory volumes is permitted (H max=3 m and covered area max=30% of total terrace area); Compared to zones B1a and B1b: Construction of non-habitable accessory volumes is permitted (H max=3 m and covered area max=30% of total terrace area)
THIRD PERIOD: 2003 - 2024	
1994/2003 - P.R.G. del Comune di Messina - Variante generale - *"Rielaborazione totale in adeguamento al parere del C.R.U. n. 876 del 11/10/1993 (approvato con D.D.R. n. 656/2002 e n. 858/2003). Redazione: Direttore Tecnico arch. Manlio Minutoli (Comune di Messina - Servizio pianificazione urbana e territoriale), con arch. Vittorio Bitto, arch. Francesco Cardile, arch. Francesca Moraci, ing. Alberto Russo, dott. Guido Signorino (consulenti esterni) e arch. Stefano Micciancio (consulente esterno cad)"*	
General notes	The Urbani variant was short-lived and as early as 1994, the Messina city plan was redrafted under the general direction of Manlio Minutoli. Manlio Minutoli (this plan is still the current urban planning instrument). Below are the main prescriptions for zones A1, A2, A3, B1 and B2 (which are the zones that occupy most of the surface area of the old Borzì city)
Residential building height limits	Compared to zones A1, A2 and A3: 14,50 m (with four storeys above ground, including any portico); any intervention is in any case subject to prior authorisation by the competent Soprintendenza B.C.A; Compared to zones B1 and B2: 21,70 m (with seven storeys above ground and any portico)
Elevations	Compared to zones A1, A2 and A3: No increase in cubage of any kind is permitted, including extensions or elevations. Flat roofs may be converted to roofs, with the pitch at the top of the solid parapets, with a maximum slope of 30° and a maximum ridge height of 2,40 m from the tax level the parts not closed to the roof must be landscaped; Compared to zones B2 and B3: Roofs may be converted to terraces within the limits (see zone A2 for conditions and characteristics). No elevations or changes in volume are permitted
Non-habitable accessory volumes on terraces	No indication
2010 – 2016 Within the third phase is a regulatory parenthesis linked to Regional Law No. 6 of 23/03/2010	
2010 - L.R. n. 6 del 23/3/2010 - *"Norme per il sostegno dell'attività edilizia e la riqualificazione del patrimonio edilizio"*	
General notes	The Regional Law implementing the Piano Casa permits the extension of existing buildings (volume not exceeding 1.000 cubic metres) completed by 31/12/2009. Regional Law no. 9 of 7/5/2015, "Programmatic and corrective provisions for the year 2015, Regional Stability Law", extended the deadline for the Piano Casa Sicilia to 31/12/2016. The planned interventions may not affect certain areas, such as nature conservation areas, areas inside the 'A' and 'B' areas of regional parks and the buffer zones of coastal territories, woods, forests and archaeological parks
Elevations	The extension (including elevation) of buildings with a maximum volume of 1.000 cubic metres is permitted. The extension must be a maximum of 20%, for each building unit, of the total volume. The new volumes must have an inter-storey of max. 3,5 m (elevations may also be built with light structures such as steel/wood and glass in the form of winter gardens).Such interventions are permitted, as an exception to the provisions of the municipal town planning instruments in force or adopted, as long as they comply with the minimum distances established by current legislation and in compliance with anti-seismic regulations

Tabella 2. Periodizzazione delle norme urbanistiche adottate dal Comune di Messina con individuazione delle tre fasi relative alle prescrizioni sugli interventi di sopraelevazione./ Table 2. Periodization of the Town-Planning Regulations adopted by the Municipality of Messina with identification of the three phases relating to the prescriptions on elevation works.

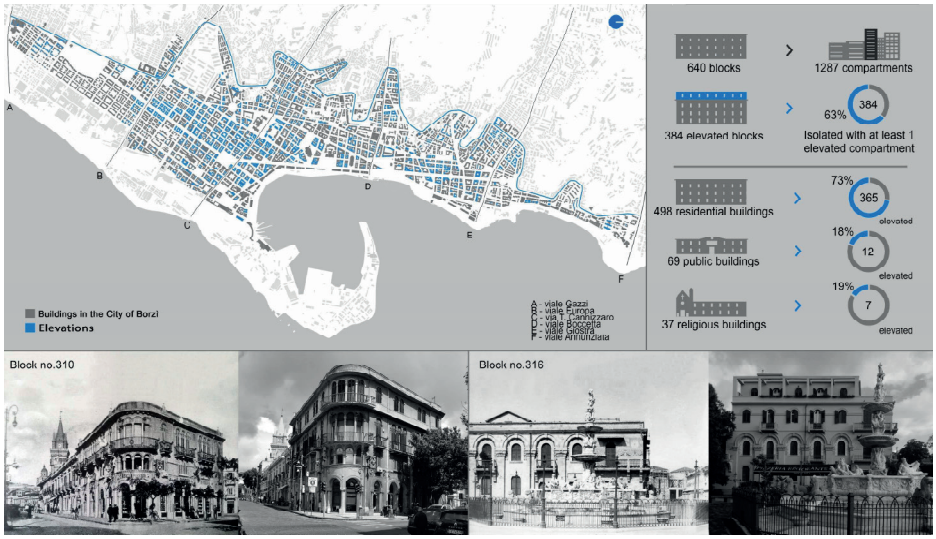


Figura 1. Composizione di immagini: in alto a sinistra planimetria della città di Messina con individuati gli interventi di sopraelevazione; in alto a destra schemi sulle percentuali di isolati sopraelvati; in basso foto ante e post intervento di sopraelazione (isolati 310 e 316)./ Figure 1. Composition of images: top left, planimetry of the city of Messina with identified elevations; top right, diagrams on the percentage of elevated blocks; bottom, before and after elevation photos (blocks 310 and 316).

RISULTATI

Sono state così determinate due periodizzazioni: una riferita all'evoluzione delle normative tecniche con l'individuazione di quattro fasi (tabella 1); la seconda riferita all'evoluzione delle norme urbanistiche adottate dal Comune di Messina con individuazione di tre fasi (tabella 2). La loro unione consente di ricostruire le leggi che hanno permesso la crescita verso l'alto di Messina. Allo stesso tempo, la selezione degli interventi di sopraelevazione degli isolati del Piano Borzì (figura 1), ha permesso di fare un censimento di questo fenomeno.

RESULTS

Two periods have thus been determined: one referring to the evolution of technical regulations with the identification of four phases (table 1); the second referring to the evolution of town planning regulations adopted by the Municipality of Messina with the identification of three phases (table 2). Their union makes it possible to reconstruct the laws that have allowed Messina's upward growth. At the same time, the selection of the upward growth of the blocks of the Borzì Plan (figure 1) allowed a census of this phenomenon.

CONCLUSIONI

Il lavoro è da intendersi come parte di una ricerca più articolata e rappresenta la base per approfondimenti sui caratteri architettonici e tecnici delle sopraelevazioni degli isolati del Piano Borzì.

CONCLUSIONS

The work is to be understood as part of a more articulated research and represents the basis for in-depth studies on the architectural and technical characteristics of the elevations of the Borzì Plan blocks.

CHAPTER 7

HUMAN RESOURCES

CAPÍTULO 7 RECURSOS HUMANOS

SUSTAINABLE BUILDING OF THE FUTURE: IMPACT OF COLD SINTERING ON MATERIAL DESIGN IN IBERO-AMERICAN UNIVERSITIES

EDIFICACIÓN SOSTENIBLE DEL FUTURO: IMPACTO DE LA SINTERIZACIÓN EN FRÍO EN EL DISEÑO DE MATERIALES EN UNIVERSIDADES DE IBEROAMERICA

Fabiola Colmenero Fonseca
Universidad de La Salle México. Department of Architecture, Design and Communication I Mexico Av. Benjamín Franklin 45, Colonia Condesa, Cuauhtémoc, 06140 Mexico City, CDMX, Mexico. e-mail: fabiola.colmenero@lasalle.mx /University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fcolfon@upvnet.upv.es

Amparo Borrell
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València I España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia,Spain) E-mail: aborrell@upv.es

Rut Benavente Martínez
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València I España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia,Spain) E-mail: rutbmr@upvnet.upv.es

Andrés Salas Montoya
Research Prof. Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.Civil Engineering Department, Carrera 27, 64-60, Manizales Colombia, 170001, e-mail: asalasmo@unal.edu.co

Ramiro Rodríguez Pérez
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: rrodper@doctor.upv.es/Research Prof. Tecnologico Nacional de México ITechnological Institute of Ciudad Guzmán. Department of Earth Sciences Architecture. Av. Tecnológico 100, Mpio. de Zapotlan el Grande, Jalisco, Mexico C.P. 49000 Mexico. e-mail: ramiro.rp@cdguzman.tecnm.mx

Abstract

The intersection between design, materials engineering, and construction, in the context of sustainability, faces global challenges such as environmental impacts, economic inequalities, and social conflicts. Although the demand for sustainable infrastructure solutions has grown, these aspects are still insufficiently addressed in many projects, exacerbating problems in urbanized and globalized contexts. This academic approach seeks to train future professionals in materials and construction engineering to adopt approaches that integrate ethics and sustainability, aligning with the UN Sustainable Development Goals and contributing to improving the quality of life, especially in developing countries.
The subject provides students with a comprehensive understanding of the social, economic, and environmental impacts that arise from design and construction decisions, emphasizing the importance of collaboration with governments and local authorities to implement sustainable projects. The methodology is structured in six phases: analysis and planning, content development, selection of case studies, design of pedagogical strategies, practical application and continuous evaluation. Upon completion, students are expected to acquire the necessary tools to apply ethics and sustainability in construction projects, collaborating effectively with governments and industries to promote innovative and sustainable solutions in various communities in Ibero-America.

Keywords: Sustainability, ethics, materials engineering, cold sintering, infrastructure projects, interdisciplinary education.

Acknowledgments: The authors thank La Salle University Mexico and the Vice-Rectory for Research for their support in carrying out the project in Mexico. This publication is part of the R&D projects PID2021-128548OB-C21 and CNS2023-144190, funded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033 "ERDF A way to do Europe" and by the European Union "NextGenerationEU"/PRTR, respectively.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

EDIFICACIÓN SOSTENIBLE DEL FUTURO: IMPACTO DE LA SINTERIZACIÓN EN FRÍO EN EL DISEÑO DE MATERIALES EN UNIVERSIDADES DE IBEROAMERICA

DSUSTAINABLE BUILDING OF THE FUTURE: IMPACT OF COLD SINTERING ON MATERIAL DESIGN IN IBERO-AMERICAN UNIVERSITIES

Fabiola Colmenero Fonseca [1,2], Amparo Borrell [2], Rut Benavente Martínez [2], Andrés Salas Montoya [3] , Ramiro Rodríguez Pérez [2,4].
Universidad de La Salle México. Department of Architecture, Design and Communication[1]; University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València [2]; Research Prof. Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.Civil Engineering Department [3] Research Prof. Tecnologico Nacional de México ITechnological Institute of Ciudad Guzmán. Department of Earth Sciences Architecture [4]

INTRODUCCIÓN/INTRODUCTION

En materia de educación actualmente no se contempla la integración de la tecnología educativa y los datos abiertos, los cuales promueven desde enfoques multidisciplinarios, sostenibles y alto valor ético en la formulación de proyectos de vanguardia con estándares de calidad, responsabilidad y ética. Estudios han recalcado (Allenby y Sarewitz, 2013) la importancia de la formación académica bajo un esquema interdisciplinaria que fomente a los estudiantes a entender y mitigar los impactos sociales, económicos y ambientales en sus proyectos. En el presente trabajo se establece un proyecto educativo para una nueva asignatura para los estudiantes para que fortalezca su conocimiento sobre la relevancia del trabajo multidisciplinario para beneficio de la ética y la sostenibilidad en sus proyectos (Harris, et.al., 2019), explorando los impactos sociales, económicos y ambientales de los proyectos de construcción en el manejo de conflictos. Se espera que los estudiantes adquieran estas habilidades para la resolución de conflictos con el propósito de abordar a futuro la resolución de conflictos de manera efectiva y holística, especialmente en contextos vulnerables (Winston N., 2021) como en Oaxaca, México. / In terms of education, the integration of educational technology and open data is currently not contemplated, which promote multidisciplinary, sustainable approaches and high ethical value in the formulation of cutting-edge projects with standards of quality, responsibility and ethics. Studies have emphasized (Allenby and Sarewitz, 2013) the importance of academic training under an interdisciplinary scheme that encourages students to understand and mitigate the social, economic and environmental impacts of their projects. In this work, an educational project is established for a new subject for students to strengthen their knowledge about the relevance of multidisciplinary work for the benefit of ethics and sustainability in their projects (Harris, et.al., 2019), exploring the social, economic and environmental impacts of construction projects on conflict management. Students are expected to acquire these conflict resolution skills with the purpose of addressing conflict resolution effectively and holistically in the future, especially in vulnerable contexts (Winston N., 2021) such as Oaxaca, Mexico.

OBJETIVOS /OBJETIVES

El trabajo plantea como objetivo proporcionar a los estudiantes una comprensión profunda de como la multidisciplina contribuye a la ética y sostenibilidad. / The objective of the work is to provide students with a deep understanding of how multidisciplinary contributes to ethics and sustainability.



METODOLOGIA / METHODOLOGY

El método está diseñado con un enfoque mixto, combinando técnicas cualitativas y cuantitativas para abordar de manera integral la enseñanza de la ética, la sostenibilidad y la promoción de la ética en las instituciones educativas enfocadas a temas de construcción.

Este enfoque interdisciplinario tiene como objetivo proporcionar a los estudiantes una formación integral, desde la teoría hasta la aplicación práctica en contextos del mundo real. A través de seis fases interconectadas, el objetivo es desarrollar las habilidades técnicas y las capacidades interpersonales necesarias para enfrentar los complejos desafíos de la gestión de proyectos de infraestructura en comunidades vulnerables (Niglio O., 2021) como Oaxaca, México.

Esta metodología se compone de seis fases siendo la primera fase Análisis y Planificación, implica la definición de objetivos claros y la planificación detallada del curso, asegurando que las necesidades y contextos específicos de los estudiantes sean considerados. En la segunda fase, Desarrollo del Contenido, se crean materiales didácticos centrados en ética y sostenibilidad, integrando experiencias y ejemplos reales. La tercera fase, Selección de Casos de Estudio, se enfoca en identificar y analizar casos relevantes que ilustren los principios enseñados. La cuarta fase, Diseño de Estrategias de Enseñanza, desarrolla metodologías pedagógicas efectivas que promuevan el aprendizaje activo. La quinta fase, Aplicación Práctica, permite a los estudiantes implementar sus conocimientos en contextos reales, colaborando con comunidades y autoridades locales. Respecto a la sexta fase, Evaluación y Retroalimentación, asegura una mejora continua del curso a través de la evaluación y la retroalimentación, la figura 1 muestra las seis fases de la metodología planteada.

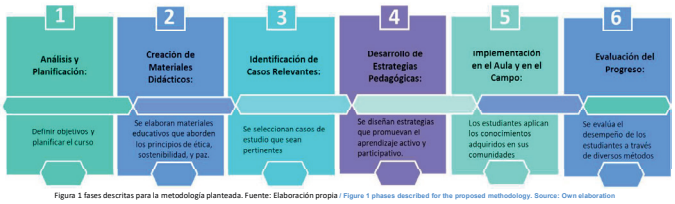


Figura 1 fases descritas para la metodología planteada. Fuente: Elaboración propia / Figure 1 phases described for the proposed methodology. Source: Own elaboration

The method is designed with a mixed approach, combining qualitative and quantitative techniques to comprehensively address the teaching of ethics, sustainability and the promotion of ethics in educational institutions focused on construction issues.

This interdisciplinary approach aims to provide students with comprehensive training, from theory to practical application in real-world contexts. Through six interconnected phases, the goal is to develop the technical skills and interpersonal capabilities necessary to meet the complex challenges of managing infrastructure projects in vulnerable communities (Niglio O., 2021) like Oaxaca, Mexico.

This methodology comprises six phases, the first phase being Analysis and Planning, which involves the definition of clear objectives and the detailed planning of the course, ensuring that the specific needs and contexts of the students are considered. In the second phase, Content Development, teaching materials focused on ethics and sustainability are created, integrating real experiences and examples. The third phase, Case Study Selection, focuses on identifying and analyzing relevant cases that illustrate the principles taught. The fourth phase, Design of Teaching Strategies, develops effective pedagogical methodologies that promote active learning. The fifth phase, Practical Application, allows students to implement their knowledge in real contexts, collaborating with communities and local authorities. Regarding the sixth phase, Evaluation and Feedback, it ensures continuous improvement of the course through evaluation and feedback.

CONCLUSIONES / CONCLUSIONS

Al integrar las perspectivas y recomendaciones de diversos autores en el diseño y la implementación del curso, se puede mejorar la preparación de los estudiantes para abordar los desafíos éticos, sostenibles y de ética en el campo de la construcción de manera más efectiva y significativa. La integración de estas perspectivas en el curso ofrece una experiencia que prepara a los estudiantes para abordar los desafíos éticos, sostenibles y de ética en el campo de la construcción de manera efectiva y significativa. Sin embargo, para garantizar la relevancia y efectividad del aprendizaje, es fundamental seguir reflexionando sobre cómo equilibrar enfoques metodológicos, facilitar la transición entre fases del curso, fomentar y evaluar la colaboración interdisciplinaria y promover la práctica en situaciones reales. Para implementar los hallazgos del curso hacia la ética en sostenibilidad, es fundamental integrar objetivos claros alineados con principios éticos de gestión ambiental y responsabilidad social. Esto implica adaptar contenidos educativos para destacar estudios de caso que ilustren prácticas sostenibles, fomentar el debate ético mediante estrategias pedagógicas activas, y utilizar tecnologías educativas para explorar soluciones éticas a desafíos contemporáneos. Asimismo, la evaluación continua del conocimiento previo y la retroalimentación ajustada permitirán fortalecer la comprensión y aplicación práctica de estos principios, preparando a los estudiantes para enfrentar dilemas éticos./

By integrating the perspectives and recommendations of various authors into course design and implementation, students' preparation can be improved to address ethical, sustainability, and ethics challenges in the field of construction more effectively and meaningfully. Integrating these perspectives into the course offers an experience that prepares students to address ethical, sustainability, and ethics challenges in the construction field effectively and meaningfully. However, to ensure the relevance and effectiveness of learning, it is essential to continue reflecting on how to balance methodological approaches, facilitate the transition between course phases, encourage and evaluate interdisciplinary collaboration, and promote practice in real situations. To implement the course findings towards ethics in sustainability, it is essential to integrate clear objectives aligned with ethical principles of environmental management and social responsibility. This involves adapting educational content to highlight case studies that illustrate sustainable practices, fostering ethical debate through active pedagogical strategies, and using educational technologies to explore ethical solutions to contemporary challenges. Likewise, the continuous evaluation of prior knowledge and adjusted feedback will strengthen the understanding and practical application of these principles, preparing students to face ethical dilemmas.

RESULTADOS / RESULTS

La asignatura "Construcción Ética y Sostenible: Integrando ética y Sostenibilidad en Proyectos de Infraestructura" implica la integración de varias disciplinas para abordar desafíos complejos relacionados con la construcción ética y sostenible. Además aborda un total de 16 sesiones teórico-prácticas de tres horas cada una, distribuidas en una línea de tiempo como se muestra en la evaluación panorámica de la figura 2. A continuación, se presentan algunos resultados clave obtenidos de las entrevistas con la muestra representativa de 50 estudiantes, 10 docentes y 5 colaboradores externos. / The subject "Ethical and Sustainable Construction: Integrating Ethics and Sustainability in Infrastructure Projects" involves the integration of several disciplines to address complex challenges related to ethical and sustainable construction. It also addresses a total of 16 theoretical-practical sessions of three hours each, distributed on a timeline as shown in the panoramic evaluation in figure 2. Below are some key results obtained from the interviews with the representative sample. of 50 students, 10 teachers and 5 external collaborators.



Figura 2 diagrama de evaluación panorámica de la asignatura "Construcción Ética y Sostenible: Integrando ética y Sostenibilidad en Proyectos de Infraestructura" Fuente: Elaboración propia / Figure 2 panoramic evaluation diagram of the subject "Ethical and Sustainable Construction: Integrating ethics and Sustainability in Infrastructure Projects" Source: Own elaboration

A continuación, se presentan algunos resultados clave obtenidos de las entrevistas con la muestra representativa de 50 estudiantes, 10 docentes y 5 colaboradores externos.

1.Claridad y Relevancia de los Objetivos (Figura 3)
2.Evaluación del Conocimiento Previo y Necesidades Educativas (Figura 4)
3.Calidad y Adecuación de los Materiales Didácticos (Figura 5)
4.Relevancia de los Estudios de Caso (Figura 6)
5. Estrategias Pedagógicas (Figura 7)
6.Integración de Tecnologías Educativas (Figura 8)
7.Implementación Práctica (Figura 9)
8.Métodos de Evaluación del Desempeño (Figura 10)
9.Retroalimentación General del Curso (Figura 11)

/ Below are some key results obtained from the interviews with the representative sample. of 50 students, 10 teachers and 5 external collaborators.

1.Clarity and Relevance of Objectives (Figure 3)
2.Assessment of Prior Knowledge and Educational Needs (Figure 4)
3.Quality and Adequacy of Teaching Materials (Figure 5)
4.Relevance of the Case Studies (Figure 6)
5.Pedagogical Strategies (Figure 7)
6.Integration of Educational Technologies (Figure 8)
7. Practical Implementation (Figure 9)
8.Performance Evaluation Methods (Figure 10)
9.General Course Feedback (Figure 11)

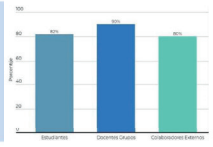


Figura 3 Claridad y Relevancia de los Objetivos / Figure 3 Clarity and Relevance of Objectives

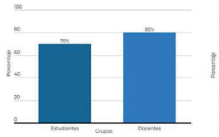


Figura 4 Evaluación del Conocimiento Previo y Necesidades Educativas / Figure 4 Assessment of Prior Knowledge and Educational Needs

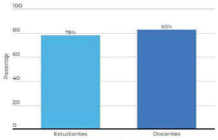


Figura 5 Calidad y Adecuación de los Materiales Didácticos / Figure 5 Quality and Adequacy of Teaching Materials

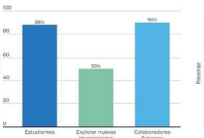


Figura 6 Relevancia de los Estudios de Caso / Figure 6 Relevance of Case Studies

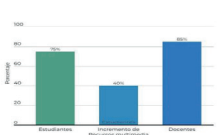


Figura 7 Estrategias Pedagógicas / Figure 7 Pedagogical Strategies

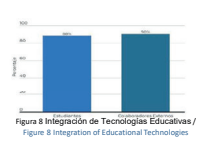


Figura 8 Integración de Tecnologías Educativas / Figure 8 Integration of Educational Technologies

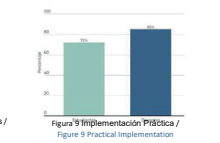


Figura 9 Implementación Práctica / Figure 9 Practical Implementation



Figura 10 Métodos de Evaluación del Desempeño / Figure 10 Performance Evaluation Methods

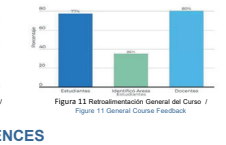


Figura 11 Retroalimentación General del Curso / Figure 11 General Course Feedback

REFERENCIAS/REFERENCES

Allenby, B. R., & Sarewitz, D. R. (2013). *The techno-human condition*.MIT Press.

Harris, C. E., Pritchard, M. S., & Rabins, M. J. (2019). Engineering Ethics: Concepts and Cases.

Niglio O. (2021). Towards a Humanist Education: Understanding Cultural Heritage to Redesign the Future. Academia Letters, Article 3223. https://doi.org/10.20935/AL3223

Winston, N. (2021). Sustainable community development: Integrating social and environmental sustainability for sustainable housing and communities. Sustainable Development, 30(1), 191-202. https://doi.org/10.1002/sd.2238

World Bank (2015). Open Data for Sustainable Development.

ACADEMIC TRANSFORMATION IN THE UNIVERSITIES OF THE FUTURE: SOLID-STATE ELECTROLYTES AND COLD3E IN MATERIALS CHEMISTRY

TRANSFORMACIÓN ACADÉMICA EN LAS UNIVERSIDADES DEL FUTURO: ELECTROLITOS DE ESTADO SÓLIDO Y COLD3E EN LA QUÍMICA DE MATERIALES

Fabiola Colmenero Fonseca
Universidad de La Salle México. Department of Architecture, Design and Communication I Mexico Av. Benjamín Franklin 45, Colonia Condesa, Cuauhtémoc, 06140 Mexico City, CDMX, Mexico. e-mail: fabiola.colmenero@lasalle.mx /University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera s/n 46022 (Valencia, Spain) E-mail: fcolfon@upvnet.upv.es

Amparo Borrell
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València I España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia,Spain) E-mail: aborrell@upv.es

Rut Benavente Martínez
University Institute of Materials Technology. Universitat Politècnica de València I España I Camino de Vera s/n 46022 (Valencia,Spain) E-mail: rutbmr@upvnet.upv.es

Alejandro Guzmán Ramírez
Investigador Universidad de Guanajuato, Departamento de Arquitectura. Av. Juárez 77. 36000 Guanajuato, Gto. México. e-mail: alejandro.guzman@ugto.mx

Lauren Yolanda Gómez Zamorano
Research Prof. Universidad Autónoma de Nuevo León. Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Doctoral Program in Materials Engineering: E-mail: lauren.gomezzm@uanl.edu.mx

Abstract

Academic transformation in the universities of the future requires the integration of advanced technologies and innovative pedagogical methodologies to adapt to rapid scientific advances. In the field of materials chemistry, solid-state electrolytes and Cold3E technology play a key role. Solid electrolytes are critical in energy storage applications, such as lithium-ion batteries, and offer advantages in safety and efficiency. Its manufacture, however, requires advanced knowledge of processes such as cold sintering and composite densification.

Cold3E technology facilitates the simulation of complex processes, allowing students to visualize and experiment with the manufacture of these materials, optimizing their physical and chemical properties. This pedagogical tool promotes an interactive and practical learning approach, which encourages real problem-solving and critical thinking. Students can apply theories through simulations and collaborative projects, improving their skills and preparation for industrial challenges.

This academic transformation not only prepares students for the industry of the future, but also turns universities into centers of innovation, contributing to scientific and technological advancement, and creating sustainable solutions in energy, electronics, and other fields.

Keywords: Academic Transformation, Solid State Electrolytes, Cold3E Technology, Materials Chemistry, Interactive Education

Acknowledgments: The authors thank La Salle University Mexico and the Vice-Rectory for Research for their support in carrying out the project in Mexico. This publication is part of the R&D projects PID2021-128548OB-C21 and CNS2023-144190, funded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033 "ERDF A way to do Europe" and by the European Union "NextGenerationEU"/PRTR, respectively.

nombre
nombre

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

TRANSFORMACIÓN ACADÉMICA EN LAS UNIVERSIDADES DEL FUTURO: ELECTROLITOS DE ESTADO SÓLIDO Y COLD3E EN LA QUÍMICA DE MATERIALES SUSTAINABLE ACADEMIC TRANSFORMATION IN THE UNIVERSITIES OF THE FUTURE: SOLID-STATE ELECTROLYTES AND COLD3E IN MATERIALS CHEMISTRY

Fabiola Colmenero Fonseca[1,2,3]; Amparo Borrell[1,2];;Rut Benavente Martinez[1,2];Alejandro Guzmán Ramírez[4]; Laurent Yolanda Gómez Zamorano[5]
Instituto de Tecnología de Materiales[1]; Universitat Politécnica de València[2]; Universidad La Salle[3]; Universidad de Guanajuato[4]; Universidad Autónoma de Nuevo León[5]

INTRODUCCIÓN

La transformación académica en las universidades del futuro requiere la integración de tecnologías avanzadas y metodologías pedagógicas innovadoras para adaptarse a los rápidos avances científicos. En el campo de la química de materiales, los electrolitos de estado sólido y la tecnología Cold3E juegan un papel clave. Los electrolitos sólidos son fundamentales en aplicaciones de almacenamiento de energía, como las baterías de iones de litio, y ofrecen ventajas en seguridad y eficiencia. Su fabricación, sin embargo, requiere conocimientos avanzados sobre procesos como la sinterización en frío y la densificación de compuestos. La tecnología Cold3E facilita la simulación de procesos complejos, permitiendo a los estudiantes visualizar y experimentar con la fabricación de estos materiales, optimizando sus propiedades físico-químicas. Esta herramienta pedagógica promueve un enfoque de aprendizaje interactivo y práctico, que fomenta la resolución de problemas reales y el pensamiento crítico. Los estudiantes pueden aplicar teorías a través de simulaciones y proyectos colaborativos, mejorando sus habilidades y preparación para los desafíos industriales.

INTRODUCTION

Academic transformation in the universities of the future requires the integration of advanced technologies and innovative pedagogical methodologies to adapt to rapid scientific advances. In the field of materials chemistry, solid-state electrolytes and Cold3E technology play a key role. Solid electrolytes are critical in energy storage applications, such as lithium-ion batteries, and offer advantages in safety and efficiency. Its manufacture, however, requires advanced knowledge of processes such as cold sintering and composite densification. Cold3E technology facilitates the simulation of complex processes, allowing students to visualize and experiment with the manufacture of these materials, optimizing their physical-chemical properties. This pedagogical tool promotes an interactive and practical learning approach, which encourages real problem-solving and critical thinking. Students can apply theories through simulations and collaborative projects, improving their skills and preparation for industrial challenges.

OBJETIVOS

El objetivo principal de la transformación académica en las universidades del futuro es incorporar tecnologías avanzadas y metodologías pedagógicas innovadoras que permitan responder eficazmente a los rápidos avances científicos. Un propósito central es desarrollar competencias fundamentales, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo, a través de la aplicación práctica de teorías en escenarios reales. Además, la implementación de tecnologías como Cold3E facilita la simulación de procesos complejos, lo que optimiza la comprensión y el desarrollo de materiales avanzados, como los electrolitos sólidos empleados en baterías de iones de litio.

Objectives

The primary objective of academic transformation in future universities is to integrate advanced technologies and innovative pedagogical methodologies that enable an effective response to rapid scientific advancements. A central aim is to foster essential competencies such as critical thinking, problem-solving, and collaborative work through the practical application of theories in real-world scenarios. Furthermore, the implementation of technologies like Cold3E facilitates the simulation of complex processes, enhancing the understanding and development of advanced materials, such as solid electrolytes used in lithium-ion batteries.



Imagen 1. Imagen de IA simulando aplicaciones del estado solido desde la academia
Image 1. Image of AI simulating solid-state applications from academia

Metodología / Methodology

Se estructura bajo un enfoque mixto, combinando técnicas cualitativas y cuantitativas para abordar de manera integral la enseñanza de la ética, la sostenibilidad y la promoción de la paz en proyectos de construcción. Los participantes de este estudio son:

Los **estudiantes** son los principales beneficiarios del curso y proporcionan retroalimentación directa sobre el contenido y la metodología de enseñanza.

Los **docentes** aportan una perspectiva crítica sobre la eficacia de los materiales y estrategias pedagógicas.

Los **colaboradores** externos ofrecen una visión práctica sobre la aplicación de los principios enseñados en el curso. Como se muestra en las imágenes 2 y 3. Para recopilar datos cualitativos, se utilizarán instrumentos como entrevistas semiestructuradas y grupos focales .imagen 5 y 6

It is structured under a mixed approach, combining qualitative and quantitative techniques to comprehensively address the teaching of ethics, sustainability and the promotion of peace in construction projects. The participants of this study are:

Students are the main beneficiaries of the course and provide direct feedback on the content and teaching methodology.

Teachers provide a critical perspective on the effectiveness of pedagogical materials and strategies.

External collaborators offer a practical insight into the application of the principles taught in the course. As shown in images 2 and 3. To collect qualitative data, instruments such as semi-structured interviews and focus groups will be used.image 5 and 6



Imagen 2. Estructura Metodológica
Image 2. Methodological Structure



Imagen 3. Estructura Metodológica
Image 3. Methodological Structure

POBLACION MUESTRA / SAMPLE POPULATION

La población objetivo de este estudio incluye:

- Estudiantes
- Docentes
- Colaboradores externos

The target population of this study includes:

- Students
- Teachers
- External collaborators



Imagen 7. Simulación de la muestra
Image 7. Sample Simulation

JUSTIFICACION DE LA MUESTRA/ JUSTIFICATION OF THE SAMPLE

La muestra seleccionada para cada gráfico asegura la representatividad y diversidad de opiniones necesarias para obtener una visión completa y equilibrada del curso. La inclusión de estudiantes, docentes y colaboradores externos permite capturar diferentes experiencias y perspectivas, lo que es crucial para evaluar la eficacia y relevancia del curso de manera integral.

The sample selected for each graph ensures the representativeness and diversity of opinions necessary to obtain a complete and balanced view of the course. The inclusion of students, faculty, and external collaborators allows for the capture of different experiences and perspectives, which is crucial to evaluate the effectiveness and relevance of the course holistically.

RWYC / RWYC



El método pedagógico "Reconéctate con tu Cultura" (RWYC) y Carta de Tokio (Niglio O., 2021) influye significativamente en el eje de sostenibilidad de la asignatura **"Construcción Ética y Sostenible: Integrando Paz y Sostenibilidad en Proyectos de Infraestructura"** al promover una comprensión profunda de los valores culturales locales y su conexión con prácticas sostenibles. fomenta un enfoque holístico que considera tanto los aspectos técnicos como los culturales y sociales de la sostenibilidad. Esto permite a los estudiantes comprender que la sostenibilidad no se trata solo de adoptar tecnologías verdes, sino también de preservar y respetar las prácticas culturales que han demostrado ser sostenibles a lo largo del tiempo.

The pedagogical method "Reconnect with your Culture" (RWYC) and Tokyo Charter (Niglio O., 2021) significantly influences the sustainability axis of the subject "Ethical and Sustainable Construction: Integrating Peace and Sustainability in Infrastructure Projects" by promoting a deep understanding of local cultural values and their connection to sustainable practices. It encourages a holistic approach that considers both the technical and cultural and social aspects of sustainability. This allows students to understand that sustainability is not just about adopting green technologies, but also about preserving and respecting cultural practices that have proven to be sustainable over time.



Instrumentos de aplicación: Ejes principales de las entrevistas semiestructuradas. Fuente: Elaboración propia

Imagen 5. Instrumentos de aplicación, ejes principales de las entrevistas
Image 5. Instruments of application, main axes of the interviews



Instrumentos de aplicación: Ejes principales del grupo focal. Fuente: Elaboración propia

Imagen 6. Instrumentos de aplicación, ejes principales del grupo focal
Image 6. Implementation tools, main axes of the focus group

RESULTADOS

Los gráficos resultantes reflejan la percepción y evaluación de diferentes aspectos del curso, incluyendo la claridad y relevancia de los objetivos (Gráfico 1), la evaluación del conocimiento previo y necesidades educativas (Gráfico 2), la calidad y adecuación de los materiales didácticos (Gráfico 3), y la pertinencia de los estudios de caso (Gráfico 4). Además, se analizaron la profundidad del análisis de casos (Gráfico 4), la efectividad de las estrategias pedagógicas (Gráfico 5), y la integración de tecnologías educativas (Gráfico 7). También se evaluó la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos (Gráfico 8), los métodos de evaluación del desempeño estudiantil y la retroalimentación general del curso (Gráfico 9).

Estos gráficos y la muestra específica proporcionan una visión integral y multidimensional sobre la implementación y efectividad del curso, destacando tanto fortalezas como áreas de mejora.

RESULTS

The resulting graphs reflect the perception and evaluation of different aspects of the course, including the clarity and relevance of the objectives (Graph 1), the assessment of prior knowledge and educational needs (Graph 2), the quality and adequacy of the teaching materials (Graph 3), and the relevance of the case studies (Graph 4). In addition, the depth of the case analysis (Graph 4), the effectiveness of pedagogical strategies (Graph 5), and the integration of educational technologies (Graph 7) were analyzed. The practical application of the knowledge acquired (Graph 8), the methods of evaluating student performance and the general feedback of the course (Graph 9) were also evaluated.

These graphs and the specific sample provide a comprehensive and multidimensional view of the implementation and effectiveness of the course, highlighting both strengths and areas for improvement..

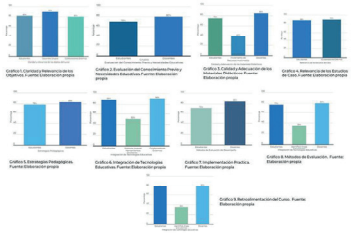


Imagen 8. Gráficos de Encuestas
Image 8. Survey Charts

CONCLUSIÓN / Conclusion

En conclusión, la integración de tecnologías avanzadas como Cold3E para la simulación de procesos complejos en el ámbito académico de las universidades mejora significativamente las metodologías de enseñanza y aprendizaje. Esta tecnología permite a los estudiantes visualizar, analizar y optimizar escenarios reales, como la fabricación de materiales avanzados, por ejemplo, los electrolitos sólidos utilizados en baterías de iones de litio, cerrando así la brecha entre la teoría y la práctica. La incorporación de Cold3E promueve el pensamiento crítico, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo al facilitar experiencias de aprendizaje interactivas y prácticas. Además, prepara a los estudiantes para enfrentar desafíos contemporáneos en áreas como la sostenibilidad, la energía y la ciencia de materiales. La alineación de estas herramientas tecnológicas con planes de estudio actualizados, principios éticos y estrategias pedagógicas innovadoras garantiza que las universidades se conviertan en centros de innovación, equipando a los estudiantes con las competencias necesarias para el desarrollo sostenible y el progreso de la sociedad.

In conclusion, the integration of advanced technologies such as Cold3E for the simulation of complex processes in the academic field of universities significantly improves teaching and learning methodologies. This technology allows students to visualize, analyze, and optimize real-world scenarios, such as the manufacture of advanced materials, for example, solid electrolytes used in lithium-ion batteries, thus bridging the gap between theory and practice. The addition of Cold3E promotes critical thinking, problem-solving, and collaborative work by facilitating interactive and hands-on learning experiences. In addition, it prepares students to face contemporary challenges in areas such as sustainability, energy, and materials science. Aligning these technological tools with up-to-date curricula, ethical principles and innovative pedagogical strategies ensures that universities become hubs of innovation, equipping students with the competencies necessary for sustainable development and societal progress.

Referencias Bibliograficas:
Albornoz, J. M., & Contreras, M. V. (2021). Diseño curricular orientado al desarrollo de competencias. En Educación orientada al desarrollo de competências: Guía para su implementación efectiva (pp. 30-40). https://doi.org/10.22533/at.ed.1302121104
Allenby, B. R., & Sarewitz, D. R. (2013). The techno-human condition.MIT Press.
Biggs, J., & Tang, C. (2011). Teaching for Quality Learning at University. Maidenhead, UK Open University Press. - References - Scientific Research Publishing. (s. f.). https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1856033
Colmenero Fonseca, F. (2022). Experiencias pedagógicas culturales e inclusivas en los sistemas educativos de México (RWYC México). Revista Científica De Arquitectura Y Urbanismo, 43(2), 24–36. Recuperado a partir de https://rau.cujae.edu.cu/index.php/revistaau/article/view/678
Das, B. B., & Nethaltah, N. (2019). Sustainable Construction and Building Materials. En Lecture notes in civil engineering. https://doi.org/10.1007/978-981-13-3317-0
Gutierrez-Bucheli, L., Kidman, G., & Reid, A. (2022). Sustainability in engineering education: A review of learning outcomes. Journal Of Cleaner Production, 330, 129734. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129734
García, M., Torres, J., & Pérez, L. (2022). "Integrating Ethics and Sustainability in Engineering Education: A Case Study in Oaxaca, Mexico." Journal of Sustainable Development in Engineering Education, 8(1), 45-59.

©2025, ETS de Ingeniería de Edificación, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA - 304

PRIORIDADES EN LA COMPRA DE VIVIENDA: EL IMPACTO DE LA IMPLICACIÓN DE LOS COMPRADORES ACTIVOS EN LA PERCEPCIÓN Y VALORACIÓN DE VIVIENDAS

PRIORITIES IN HOME BUYING: THE IMPACT OF ACTIVE BUYERS' INVOLVEMENT ON THE PERCEPTION AND EVALUATION OF HOMES

María Luisa Nolé Fajardo
International University of Valencia (VIU)
Neuroarchitecture Lab; Institute for Research on Human-Centered Technology (Human-Tech); Universitat Politècnica de València. Email: mlnole@htech.upv.es
Carla De-Juan Ripoll
AIMPLAS, Asociación de Investigación de Materiales Plásticos y Conexas, València Parc Tecnológic, Paterna, 46980 Valencia, Spain. Email: cardejua@upv.edu.es
Antoni Montañana I Aviñó
Neuroarchitecture Lab; Institute for Research on Human-Centered Technology (Human-Tech); Universitat Politècnica de València (UPV). Camino de Vera, s/n, 46022, Valencia, España. Email: amonav@doe.upv.es
Carmen Llinares Millán
Neuroarchitecture Lab; Institute for Research on Human-Centered Technology (Human-Tech); Universitat Politècnica de València (UPV). Camino de Vera, s/n, 46022, Valencia, España. Email: cllinare@htech.upv.es

Abstract

This study investigates how the involvement of active buyers in the home buying process affects their perception and evaluation of different aspects of a real estate development. Using a field study design, responses from two groups of participants were evaluated: one with a real intent to purchase and the other with no intent to purchase. Through a questionnaire based on a Likert scale, the overall housing evaluation and the evaluation of specific aspects such as floor layout, usable dimensions, technical specifications, among others, were analyzed. The data of the overall evaluation were analyzed using Spearman correlation with the rest of the evaluations. The results revealed that active buyers show greater selectivity and demands in interpreting the information, as they only showed a correlation between the overall evaluation and the evaluation of the building. Non-buyers focused more on a general evaluation of the home, showing correlations between most of the evaluations. These findings highlight the importance of direct involvement in the purchase as a key factor in decision-making, which can contribute to real estate design that is more aligned with the actual expectations of buyers.

Keywords

Home buying, perception, buyer involvement, real estate evaluation, real estate design

*: Significativo al nivel de **p > 0.05** (moderada evidencia contra la hipótesis nula).
: Significativo al nivel de **p < 0.01

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

PRIORIDADES EN LA COMPRA DE VIVIENDA: EL IMPACTO DE LA IMPLICACIÓN DE LOS COMPRADORES ACTIVOS EN LA PERCEPCIÓN Y VALORACIÓN DE VIVIENDAS.

PRIORITIES IN HOME BUYING: THE IMPACT OF ACTIVE BUYERS' INVOLVEMENT ON THE PERCEPTION AND EVALUATION OF HOMES

María Luisa Nolé[1] Universidad Internacional de Valencia[1]
Carla de Juan[2] AIMPLAS[2]
Antoni Montañana[3] Carmen Llinares[3] Neuroarchitecture Lab (HUMAN-Tech) Universitat Politècnica de València[3]

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, las investigaciones sobre la percepción de viviendas han explorado aspectos como los patrones visuales [1] y las valoraciones específicas de ciertos elementos [2], pero suelen centrarse en poblaciones generales o en participantes alejados del contexto real de compra. Este enfoque crea un vacío en la comprensión de cómo las prioridades y emociones propias de quienes están inmersos en la búsqueda activa de una vivienda influyen en la valoración de diferentes aspectos de una promoción inmobiliaria y su relación con la percepción global de la vivienda. Abordar este vacío es esencial para generar conocimiento más relevante y aplicable, mejorando la conexión entre las preferencias del comprador y el diseño de las promociones.

OBJETIVO

A partir de lo expuesto, el objetivo de esta investigación es analizar cómo las valoraciones específicas de diferentes aspectos de una promoción inmobiliaria se relacionan con la percepción global de la vivienda como "buena" en compradores reales, determinando las posibles diferencias con personas que realmente no están inmersos en el proceso de compra.

METODOLOGÍA

Para abordar el objetivo propuesto, se planteó una investigación en la que una muestra de participantes (20 sujetos con intención de compra y 60 sin intención real de compra) debían observar información de venta sobre una vivienda (estímulo visual), para posteriormente completar un cuestionario de percepción con la ayuda de un investigador. La Figura 1 recoge la información fundamental de este proceso.

INTRODUTION

Traditionally, research on housing perception has explored aspects such as visual patterns [1] and specific evaluations of certain elements [2] , but it often focuses on general populations or participants who are removed from the real context of buying a home. This approach creates a gap in understanding how the priorities and emotions of those actively searching for a home influence their evaluation of different aspects of a real estate development and how this relates to the overall perception of the property. Addressing this gap is crucial for generating more relevant and applicable knowledge, enhancing the connection between buyer preferences and development design.

OBJETIVE

Based on the above, the aim of this research is to analyze how specific evaluations of different aspects of a real estate development relate to the overall perception of the property as "good" among actual buyers, determining potential differences with individuals who are not actively involved in the buying process.

METHODOLOGY

To address the proposed objective, a study was designed in which a sample of participants (20 with purchase intention and 60 without real purchase intention) were asked to observe sales information about a property (visual stimulus), and then complete a perception questionnaire with the help of a researcher. Figure 1 presents the key information of this process.



Fig. 1: Esquema representativo de la metodología usada, con la concreción de los 3 elementos esenciales que comprende.
Fig. 1: Representative diagram of the methodology used, detailing the three essential elements it encompasses.

		Edificio donde se encuentra la Vivienda. Building where the property is located	Calidades y Acabados de la vivienda. Qualities and Finishes of the property	Amplitud de la vivienda. Spaciousness of the property	Orientación de la vivienda. Orientation of the property	Ubicación de la vivienda respecto al resto de viviendas de la promoción. Location of the property in relation to the other units in the development	Planta en la que se encuentra la vivienda. Floor on which the property is located
En términos generales, me parece una buena vivienda. In general terms, I think it is a good house	Con intención de compra. With purchase intent	,538* (0,014)	0,279 (0,233)	-0,081 (0,735)	0,020 (0,934)	0,434 (0,056)	0,076 (0,750)
	Sin intención de compra. Without purchase intent	,566** (0,000)	,529** (0,000)	,593** (0,000)	,441** (0,000)	,289* (0,025)	0,148 (0,258)

*Tabla 1: Tabla resumen de los resultados obtenido en el análisis de correlación. Los números representan la correlación rho de Spearman, y el número entre paréntesis indica el nivel de significación con p-valor (*p < 0.05; **p < 0.01).*
*Table 1: Summary Table of the Results Obtained in the Correlation Analysis. The numbers represent Spearman's rho correlation, and the number in parentheses indicates the significance level with the p-value (*p < 0.05; **p < 0.01)*

RESULTADOS

Los resultados del análisis de los datos mediante correlación de Spearman revelaron una relación significativa de las valoraciones concretas según la intención de búsqueda/compra de vivienda de los participantes (Tabla 1). Por un lado, aquellos que no estaban activamente buscando vivienda mostraron correlaciones significativas entre la valoración global de la vivienda y casi todos los aspectos evaluados, a excepción de la planta en la que se encuentra la vivienda. Por el contrario, los participantes que sí buscaban vivienda de manera activa mostraron correlación únicamente con la valoración del edificio, cuya pregunta era *"Indique su grado de satisfacción con respecto al edificio donde se encuentra la vivienda"*.

CONCLUSIÓN

Estos hallazgos reflejan un patrón diferencial en las prioridades y criterios de evaluación según la implicación real en el proceso de búsqueda de vivienda. Las personas que están activamente buscando tienden a ser más exigentes y selectivas, posiblemente porque se habitúan a procesar información técnica específica, como planos o memorias de calidades. De esta forma, aumenta su nivel de expertirse [3], lo cual les podría estar permitiendo interpretar de forma más exhaustiva los detalles disponibles. Esta mayor exigencia también podría deberse a que perciben estas decisiones como de alto impacto personal y económico, lo que los impulsa a analizar la información con mayor profundidad para minimizar riesgos y garantizar que la elección satisfaga sus expectativas y necesidades.

RESULTS

The results of the data analysis using Spearman's correlation revealed a significant relationship between the specific evaluations and the participants' intent to search for/buy a home (Table 1). On one hand, those who were not actively searching for a home showed significant correlations between the overall evaluation of the home and almost all the aspects assessed, except for the floor on which the home is located. In contrast, participants who were actively searching for a home showed correlation only with the evaluation of the building , with the question being "Please rate your satisfaction with the building where the home is located".

CONCLUSION

These findings reflect a differential pattern in priorities and evaluation criteria based on actual involvement in the home search process. People who are actively searching tend to be more demanding and selective, possibly because they become accustomed to processing specific technical information, such as floor plans or quality specifications. This increases their level of expertise [3], which may allow them to interpret the available details more thoroughly. This greater demand may also be due to perceiving these decisions as having a high personal and financial impact, prompting them to analyze the information more deeply to minimize risks and ensure that the choice meets their expectations and needs.

BIBLIOGRAFÍA. BIBLIOGRAPHY
[1] Seiler, M.; Madhavan, P.; Liechty, M. Toward an understanding of real estate homebuyer internet search behavior: An application of ocular tracking technology. J. Real Estate Res. 2012, 34, 211–242.
[2] Hofman, E.; Halman, J.I.; Ion, R.A. Variation in housing design: Identifying customer preferences. Hous. Stud. 2006, 21, 929–943.
[3] Boumová, I.; Zdráhalová, J. The apartment with the best floor plan layout: Architects versus non-architects. Crit. Hous. Anal. 2016, 3, 30–41

AGRADECIMIENTOS. ACKNOWLEDGEMENTS
Esta publicación forma parte del proyecto PID2022-136582OB-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE. This publication is part of the project PID2022-136582OB-I00, financed by MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE.

OUTDOOR SHELTERS IN THE CITY FOR HOMELESS PEOPLE. BUILDING HUMAN PROTECTION, COEXISTENCE AND LANDSCAPE.

REFUGIOS AL AIRE LIBRE EN LA CIUDAD PARA PERSONAS SIN HOGAR.CONSTRUYENDO PROTECCIÓN HUMANA, CONVIVENCIA Y PAISAJE

Marina Puyuelo Cazorla
Dpto. Expresión Gráfica Arquitectónica; Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y Diseño Industrial; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia.
Profesora Titular de Universidad, Doctora por la UPV. E-mail: mapuca@ega.upv.es
Lola Merino Sanjuán
Dpto. Expresión Gráfica Arquitectónica; Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y Diseño Industrial; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia.
Profesora Asociada, Arquitecta por la UPV. E-mail: mamesan@ega.upv.es
Mónica Val Fiel
Dpto. Expresión Gráfica Arquitectónica; Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y Diseño Industrial; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia.
Profesora Contratada Doctora. Doctora por la UPV. E-mail: movalfie@ega.upv.es

Abstract:

Living on the streets, or "homelessness", is a reality of the contemporary city that is constantly growing and has taken on a global emergency dimension in the face of phenomena such as immigration and poverty.

The various approaches aimed at protecting and improving the living conditions of the homeless are confronted with a systemic and multifaceted reality that raises a double category of critical issues (Bagnato, 2024): on the one hand, their sanitary conditions and health and, on the other, their social acceptance and coexistence in the city and the community in which they find themselves.

In this double sense and from a pragmatic point of view, design acquires a prominent role in improving the quality of life of these people and their health, while at the same time it can generate a new vision that favours inclusion and diversity in the urban context, encouraging new strategies and formulas for coexistence with this reality.

This thesis examines, through a case study, different design contributions aimed at providing dignified housing for homeless people, while at the same time making us reflect on more sustainable and viable models of coexistence based on social innovation and integration into the urban landscape.

The conclusions point to the interest of generating support and management strategies for research in the design of this type of micro-architecture, with the aim of improving the living conditions of homeless people and other emergency situations that may arise.

Keywords

Social Innovation; Design for Emergencies; Solidarity Design; Prefabricated Constructions; Homelessness; Ephemeral Installations.

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

REFUGIOS AL AIRE LIBRE EN LA CIUDAD PARA PERSONAS SIN HOGAR. CONSTRUYENDO PROTECCIÓN HUMANA, CONVIVENCIA Y PAISAJE

INTEGRATION OUTDOOR SHELTERS IN THE CITY FOR HOMELESS PEOPLE. BUILDING HUMAN PROTECTION, COEXISTENCE AND LANDSCAPE

Marina Puyuelo Cazorla[1,2,3], Lola Merino Sanjuan[1,2,3] , Mónica Val Fiel[1,2,3]
Dpto. Expresión Gráfica Arquitectónica[1]; Universitat Politècnica de València[2]; Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial y Diseño Industrial[3]

RESUMEN / ABSTRACT

La vida en la calle o de las personas "sin hogar" constituye una realidad propia de la ciudad contemporánea, que viene experimentando un crecimiento constante a la par que ha adquirido una dimensión de emergencia en todo el mundo, ante los fenómenos de inmigración y pobreza.
Los distintos enfoques que tienen como objetivo proteger a las personas sin techo y mejorar sus circunstancias vitales, se enfrentan a un hecho sistémico y diverso que atiende a una doble categoría de cuestiones críticas (Bagnato, 2024): sus condiciones de vida y salud de una parte, y por otra, la aceptación social y la convivencia en la ciudad y la comunidad en que se encuentran.
En este doble sentido y desde un punto de vista pragmático, el diseño adquiere un rol destacable para mejorar la calidad de vida de estas personas y su salubridad, a la par que puede generar una nueva visión que favorezca la inclusión y la diversidad en el contexto urbano, alentando nuevas estrategias y fórmulas de convivencia con esta realidad.
Este trabajo investiga a través de un estudio de casos, sobre distintas aportaciones del diseño, que tienen por objetivo proporcionar cobijo en condiciones dignas a las personas sin casa, a la par que nos hace reflexionar sobre modelos de convivencia más sostenibles y viables, desde la innovación social y la integración en el paisaje urbano. Las conclusiones apuntan al interés de generar estrategias de apoyo y gestión para el diseño de este tipo de micro-arquitecturas, con el fin de mejorar el entorno urbano y la sensibilidad de la ciudadanía hacia estas cuestiones y planteamientos que apuntan a dignificar la vida en la ciudad del conjunto de la sociedad.

Living on the streets, or "homelessness", is a reality of the contemporary city that is constantly growing and has taken on a global emergency dimension in the face of phenomena such as immigration and poverty.
The various approaches aimed at protecting and improving the living conditions of the homeless are confronted with a systemic and multifaceted reality that raises a double category of critical issues (Bagnato, 2024): on the one hand, their sanitary conditions and health and, on the other, their social acceptance and coexistence in the city and the community in which they find themselves. In this double sense and from a pragmatic point of view, design acquires a prominent role in improving the quality of life of these people and their health, while at the same time it can generate a new vision that favours inclusion and diversity in the urban context, encouraging new strategies and formulas for coexistence with this reality. This thesis examines, through a case study, different design contributions aimed at providing dignified housing for homeless people, while at the same time making us reflect on more sustainable and viable models of coexistence based on social innovation and integration into the urban landscape. The conclusions point to the interest of generating support and management strategies for research in the design of this type of micro-architecture, with the aim of improving the living conditions of homeless people and other emergency situations that may arise.



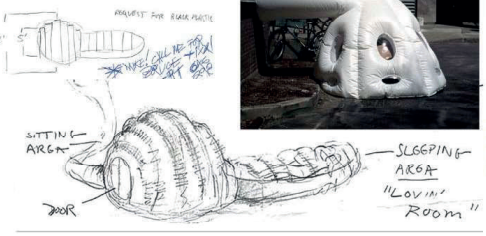


Fig.1 Safe Sleeping Program. Áreas de campamento para personas "sin hogar" en San Diego (California) separadas del resto de la edificación urbana. Estos espacios efímeros de bajo coste concentran y reciben grupos sociales de distinto orden, cultura y problemática, poniendo en peligro su integración social y devaluando el entorno.
Fig.1 Safe Sleeping Program. Camp areas for homeless people in San Diego (California) separated from the rest of the urban building. These ephemeral low-cost spaces concentrate and receive social groups of different order, culture and problems, endangering their social integration.
Fuente/Source: www.sandiego.gov/homelessness-strategies-and-solutions/services/safe-sleeping-program.





Fig.2 El proyecto ParaSITE de Michael Rakowitz (1989), consiste en estructuras inflables construidas a medida, que se conectan a las salidas de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) de un edificio. El aire saliente que sale del edificio infla y asciende simultáneamente la estructura de doble membrana. El proyecto comenzó con la distribución de estos refugios a más de 30 personas sin hogar en Boston y Cambridge, MA y la ciudad de Nueva York, y desde entonces, se construyen y distribuyen cada año en Chicago.
Fig.1 ParaSITE shelters are custom built inflatable structures designed for homeless people that attach to the exterior outtake vents of a building's Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC) system. The warm air leaving the building simultaneously inflates and heats the double membrane structure. The project began with the distribution of these shelters to over 30 unhoused people in Boston and Cambridge, MA and New York City, and since then, they are constructed and distributed every year in Chicago.
Fuente/Source: Michael Rakowitz.



INTRODUCCIÓN / INTRODUCTION

La precariedad habitacional y social de las personas "sin hogar" es una de las problemáticas urbanas más comunes que está en aumento en los países "desarrollados" y que requiere de análisis específicos en función del contexto en que se produce. Este problema constituyó el punto crítico de la Conferencia de Consenso 2022" y es el objetivo "Zero Homeless" de Europa en su Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y se está considerando como una forma de diversidad a tener en cuenta.
En torno al tema se han llevado a cabo interesantes estudios que arrojan luz sobre esta cuestión que afronta en primer término al "diseño para la supervivencia" y, pone en segundo lugar, las cuestiones relativas a la diversidad y la integración social. Los distintos enfoques que tienen como objetivo proteger a las personas sin techo y mejorar sus circunstancias vitales, se enfrentan a un hecho sistémico y diverso que atiende a una doble categoría de cuestiones críticas (Bagnato, 2024): sus condiciones de vida y salud de una parte, y por otra, la aceptación social y la convivencia en la ciudad y la comunidad en que se encuentran (Brown, 2020). Este estudio presenta una aproximación práctica del diseño en torno al diseño mínimo habitacional, que permita una seguridad de protección básica y una interrelación con el espacio público positivista en la que la alteración del entorno se entiende como fórmula de apropiación consentida y articulada para el bien común. Se han seleccionado tres conceptos que responden a criterios diferenciados de uso y ocupación del espacio público, todos ellos con carácter efímero: las micro-arquitecturas rígidas o hinchables autónomas o dependientes de instalaciones existentes, proyectos artísticos con reutilización de productos y materiales y refugios individuales de uso puntual o improvisado.

The housing and social insecurity of homelessness is one of the most common urban problems, which is on the rise in 'developed' countries and requires specific analysis depending on the context in which it occurs. This problem was the critical point of the Consensus Conference 2022 and is considered as a form of diversity to be taken into account in Europe's "Zero Homelessness" goal in its 2030 Agenda for Sustainable Development. Interesting studies have been carried out to shed light on this issue, which is primarily concerned with 'design for survival' and secondarily with issues related to diversity and social inclusion. The various approaches aimed at protecting and improving the living conditions of homeless people are confronted with a systemic and multifaceted reality that addresses a double category of critical issues (Bagnato, 2024): on the one hand, their living conditions and health, and on the other, their social acceptance and coexistence in the city and community in which they find themselves (Brown, 2020).
This study presents a practical approach to the design of minimalist housing, which allows for a basic level of protection and an interrelationship with the positivist public space, where the transformation of the environment is understood as a formula for consensual and articulated appropriation for the common good. Three concepts have been selected that respond to different criteria of use and occupation of public space, all of them ephemeral in nature: rigid or inflatable micro-architectures that are autonomous or dependent on existing installations, artistic projects that reuse products and materials, and individual shelters for occasional or improvised use.





Fig.4 Las esculturas ambulantes del artista Gregory Kloehn, son diseños de viviendas para los "sin techo" que muestran, cómo a partir de materiales y productos de reutilización, se pueden obtener micro-arquitecturas singulares y bellas, capaces de aportar una función social y crear entornos de valor. Todos estos prototipos cuentan con ruedas que permiten cierta movilidad adaptándose al sistema de vida nómada de su usuario o a los puntos de interés de la municipalidad.
Fig. 4 Artist Gregory Kloehn's Walking Sculptures are housing designs for the homeless that demonstrate how unique and beautiful micro-architectures can be created from repurposed materials and products, capable of providing a social function and creating valuable environments. All of these prototypes have wheels that allow a degree of mobility, adapting to the user's nomadic lifestyle or to the community's points of interest.





Fig.5 El proyecto piloto ULMER NEST - (ALEMANIA, 2020) consiste en el diseño y la instalación de cápsulas-refugio para proteger a las personas sin hogar en invierno. Estos pequeños habitáculos ofrecen refugio y lugar de descanso para personas sin hogar, especialmente para lugares con frío extremo.
Tras una investigación, se concluyó que muchas personas sin hogar prefirían soportar el frío en las calles, que acudir a un refugio. Por miedo a la posible violencia, y temor a separarse de sus mascotas. La experiencia ha producido efectos de sinergias sociales inesperados. como los vecinos que ofrecen tú caliente por la mañana. a los huéspedes que pasan la noche o el abradecimiento constante a los funcionarios de la ciudad
Estas innovadoras cápsulas están hechas de madera y cubiertas de metal. Están equipadas con paneles solares para facilitar el suministro de energía que hace funcionar la calefacción, alarmas de humo y sensores GPS.
Fig. 5 The ULMER NEST pilot project - (GERMANY, 2020) consists of the design and installation of shelter capsules to protect homeless people in winter. These small huts provide shelter and a resting place for homeless people, especially in places with extreme cold.
Research showed that many homeless people would rather face the cold on the street than go to a shelter. Fear of possible violence and fear of being separated from their pets. The experience has led to unexpected social effects ofsynergies, such as neighbours offering hot tea in the morning to overnight guests, or constant thanks from city officials.
These innovative capsules are made of wood and covered with metal. They are equipped with solar panels to facilitate the energy supply that powers the heating, smoke detectors and GPS sensors.







Fig.3 El trabajo de campo en los Jardines del Túria, ha permitido realizar un mapeo de la ocupación de los homeless en este entorno urbano de gran afluencia de público. Algunas de estas áreas mantienen asentamientos estables que deterioran la imagen de este parque, pero que a la par muestran una convivencia sin grandes conflictos. con la variedad de usuarios y prácticas deportivas.
Fig. 3 Fieldwork in the Jardines del Turia has allowed us to map the occupation of homeless people in this urban environment with a large number of visitors. Some of these areas maintain stable settlements that deteriorate the image of this park, but at the same time show a coexistence without major conflicts, with a variety of users and sporting practices.



MATERIALES Y MÉTODOS / MATERIALS AND METHODS

Este estudio se ha desarrollado en 3 fases/ The process to carry out this study has been developed in 3 phases:
1_Fase de análisis documental e investigaciones sociológicas en la que se han determinado las tipologías de usuarios y las necesidades a cubrir. Phase of analysis.Documentary analysis and sociological research phase in which they determine the types of users and the needs to be covered.
2_Trabajo de Campo en el contexto de los Jardines del Túria. Observación directa de asentamientos individuales y colectivos, zonas ocupadas y recursos empleados. Posibilidades de los emplazamientos (Fig. 2). Fieldwork in the context of the Jardines del Túria. Direct observation of individual and collective installations implemented, occupied areas and resources employed. Possibilities of the sites (Fig.2).
3_Fase de búsqueda de soluciones implementadas estandarizadas y singulares pilotadas. Search phase for implemented standardized (Fig.1,3,) and prototypes piloted (Fig.4,5).
Los materiales empleados han sido soportes de captación imágenes, software de representación y soportes de almacenamiento en 2 y 3 D./ The materials used have been image capture media, rendering software and storage media and 2 and 3D file printing.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES / FINDINGS AND CONCLUSIONS

La casuística de las invasiones del espacio público por las personas "sin hogar" es variada pero recurrente según muestran los estudios antropológicos y sociológicos consultados. Las aportaciones desde el diseño, se pueden agrupar en tres tipos con enfoques de diseño diferenciados: construcciones en estructuras rígidas o hinchables que responden en la protección temporal de una o varias personas ante el frío y los agentes atmosféricos y que pueden aprovechar la energía de otros sistemas (Fig. 1,2 y 4); las propuestas singulares que aportan nuevos conceptos para resolver las necesidades individuales de mínima estancia, protección y privacidad (Fig. 5); y por último, los elementos vinculados al mobiliario urbano y la propia vestimenta.
Las experiencias piloto llevadas a cabo con propuestas de diseño específicas instaladas en entornos urbanos comunes, han demostrado un gran potencial para generar vinculación social entre las personas, observándose gran receptividad por parte de usuarios directos (ocupantes) e indirectos (personas de paso o que viven en proximidad) (Fig 5). Invertir en proyectos de diseño, intervenciones artísticas participativas y estrategias de apoyo y gestión de este tipo de micro-arquitecturas, en espacios de uso compartido como es el caso de los jardines del Túria, puede mejorar tanto el entorno urbano desde la salud y el paisaje, como la sensibilidad de la ciudadanía, en un acercamiento a las personas con necesidades vitales de estancia digna y sentido colectivo.
The casuistry of the invasions of public space by the "homeless" is varied but recurrent, according to the anthropological and sociological studies consulted. The design contributions can be grouped into three types with differentiated design approaches: constructions in rigid or inflatable structures that offer temporary shelter to one or more people from the cold and atmospheric agents and that can use the energy of other systems (fig. 1, 2 and 4); unique proposals that offer new concepts to solve individual needs for minimum stay, protection and privacy (fig. 5); and finally, elements related to urban furniture and clothing. The pilot experiences carried out with specific design proposals installed in common urban environments have shown a great potential to generate social bonds between people, with great receptivity on the part of direct users (residents) and indirect users (people passing through or living nearby) (Fig. 5). Investing in design projects, participatory artistic interventions and strategies to support and manage this type of micro-architecture, in shared spaces such as the gardens of the Túria, can improve both the urban environment from a health and landscape point of view, and the sensitivity of citizens, in an approach to people with vital needs for a dignified and meaningful stay.

REFERENCIAS / REFERENCES

Bagnato, V. P. (2024). Design for homeless: teorías y prácticas de diseño urbano y experiencias de integración social para personas sin hogar.
Arquitectonics: Mind, Land & Society, (35), 341–360. Article presented at the Arquitectonics: Mind, Land & Society. Retrieved from http://hdl.handle.net/2117/407973https://upcommons.upc.edu/handle/2117/407973
Bagnato, V.P. (2022), Il design per i senza tissa dimora. Un contributo alla riflessione sull'urban homelessness, MD Journal, 14, 96-107.
Brown, J. (2020), The Book of Homelessness, Accumulate, Londres.
Dal Lago, A. (1999), Non-persone. L'esclusione dei migranti in una società globale, Feltrinelli, Milán.
Puyuelo Cazorla y otros, (2009). Catálogo de la exposición Retos del Diseño/Design Challenges Ética y Estética en el Proyecto de Diseño. Fernández Villalobos, N. (2009) "Diseño social: Utopía o realidad". Universitat Politècnica de València.
Kloehn, G. (2024), Viviendas para Homeless. Paissano Arquitectura y Paisajismo. https://paissano.com/gregory-kloehn-viviendas-para-homeless/ retrieved, 17_12, 2024
Papanek, V. (1971), Design for survival and survival through design: A Summation, in V. Papanek, Design for the Real World (pp. 322-347),Thames&Hudson, Londres.

VALORIZZAZIONE DELLE FILIERE LOCALI PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE : WATAMU, KENIA

ENHANCEMENT OF LOCAL SUPPLY CHAINS FOR SUSTAINABLE E DEVELOPMENT : WATAMU, KENYA ORTE

Stefania De Gregorio
CITE_Departament Architecturals Constructions; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia
Researche and engineer. E-mail: degregoriostefania@gmail.com

Abstract

Traditional building culture is based on building construction that uses a construction system based on raw earth, wood and makuti roofs. The artifacts have a rectangular geometry plan and a double-pitched roof or a circular geometry plan and gabled roof. The traditional construction system is the torchis, a self-supporting system that uses wood as a structural lattice and a mixture of variable grain size consisting of raw clayey earth, stones, water and natural vegetable fibers as a wall filling. The walls are finished with raw earth plaster. The foundations and the ground connection of the walls are made with overlapping stones or with baked bricks bound with cement mortar, in order to limit problems related to soil moisture in contact with the raw earth and wood walls. The roof is traditionally made with a gabled structure made of main and secondary beams in wood generally of casuarina or cedar, has a slope between 80% and 100% and is protruding from the walls. These features allow the rapid outflow of rain before water enters the interior and the protection of raw earth walls. Air and water tightness is guaranteed by makuti, consisting of dry leaves of the coconut palm cocos nucifera, a very common species in the area. The leaves are intertwined with wooden elements, which are superimposed in stages and linked by vegetable fibers.

Keywords
Recycling, construction, venacular architecture, sustainability

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

VALORIZZAZIONE DELLE FILIERE LOCALI PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE:WATAMU , KENIA

ENHANCEMENT OF LOCAL SUPPLY CHAINS FOR SUSTAINABLE E DEVELOPMENT : WATAMU, KENYA

Stefania De Gregorio[1,2,3]
CITE Centro Investigación Tecnológica Edificación.[1] Dpto. Construcciones Arquitectónicas [2] Universitat Politècnica de València [3]

INTRODUZIONE Individuazione e analisi delle tecniche costruttive tradizionali: risorse materiali e immateriali.

La cultura costruttiva tradizionale è basata sulla costruzione di edilizia che utilizza un sistema costruttivo basato su terra cruda, legno e tetti in *makuti*. I manufatti hanno una pianta a geometria rettangolare e tetto a doppia falda o una pianta a geometria circolare e tetto a capanna. Il sistema costruttivo tradizionale è il *torchis*, un sistema autoportante che utilizza il legno come graticcio strutturale e un impasto a granulometria variabile costituito da terra cruda argillosa, pietre, acqua e fibre naturali vegetali come riempimento della parete. Le pareti sono rifinite con intonaco in terra cruda. Le fondazioni e l'attacco a terra delle pareti vengono realizzati con pietre sovrapposte o con mattoni cotti legati con malta cementizia, al fine di limitare i problemi legati all'umidità del suolo a contatto con le pareti in terra cruda e legno. Il tetto è realizzato tradizionalmente con una struttura a capanna realizzata con travi principali e secondarie in legno generalmente di casuarina o cedro, ha una pendenza tra l'80% e il 100% ed è sporgente rispetto alle pareti. Tali caratteristiche consentono il rapido deflusso della pioggia prima dell'ingresso dell'acqua all'interno e la protezione delle pareti in terra cruda. La tenuta all'aria e all'acqua è garantita mediante il makuti, costituito da foglie secche di *palma da cocco cocos nucifera*, una specie molto diffusa nel territorio. Le foglie vengono intrecciate ad elementi lignei, i quali sono sovrapposti a scalare tra loro e legati mediante fibre vegetali.

INTRODUCTION Identification and analysis of traditional construction techniques: tangible and intangible resources.

Traditional building culture is based on building construction that uses a construction system based on raw earth, wood and makuti roofs. The artifacts have a rectangular geometry plan and a double-pitched roof or a circular geometry plan and gabled roof. The traditional construction system is the torchis, a self-supporting system that uses wood as a structural lattice and a mixture of variable grain size consisting of raw clayey earth, stones, water and natural vegetable fibers as a wall filling. The walls are finished with raw earth plaster. The foundations and the ground connection of the walls are made with overlapping stones or with baked bricks bound with cement mortar, in order to limit problems related to soil moisture in contact with the raw earth and wood walls. The roof is traditionally made with a gabled structure made of main and secondary beams in wood generally of casuarina or cedar, has a slope between 80% and 100% and is protruding from the walls. These features allow the rapid outflow of rain before water enters the interior and the protection of raw earth walls. Air and water tightness is guaranteed by makuti, consisting of dry leaves of the coconut palm cocos nucifera, a very common species in the area. The leaves are intertwined with wooden elements, which are superimposed in stages and linked by vegetable fibers.



Figura 1-9. Sistema costruttivo basato su terra cruda, legno e tetti in makuti. Fasi realizzative e posa in opera del makuti e processo costrittivo di un alloggio tipo.
FigureS 1-9. Construction system based on raw earth, wood and makuti roofs. Construction phases and installation of the makuti and the constriction process of a typical dwelling.

Individuazione degli scarti locali e delle potenzialità costruttive

Identification of local waste and construction potential



Figura 10-15. Materiali di scarto disponibili localmente, come ad esempio bottiglie di vetro e contenitori di plastica, barattoli di alluminio, sacchi vuoti di cemento e di riso, pneumatici
Figure 10-15. Locally available waste materials, such as glass bottles and plastic containers, aluminium cans, empty bags of cement and rice, tyres



Figura 16. Realizzazione in autocostruzione di un parco giochi con materiali di recupero
Figure 16. Self-construction of a playground with recycled materials



Figura 17. Sperimentazione della tecnica costruttiva dell'adobe utilizzando la terra disponibile (km 0)
Figure 17. Experimentation of the adobe construction technique using the available earth (km 0)



Figura 18. Costruzioni in mattoni o muri riutilizzando bottiglie di plastica o vetro e terra cruda o cemento.
Figure 18. Brick or wall constructions by reusing plastic or glass bottles and raw earth or concrete.

L'analisi del contesto territoriale ha mostrato un'ampia disponibilità di numerosi materiali di scarto che possono essere reimpiegati nell'ambito edile. In particolare, sono facilmente reperibili a basso costo bottiglie di plastica e di vetro, copertoni di macchine, sacchi vuoti di cemento in materiale plastico e sacchi vuoti per riso in polipropilene o juta. Inoltre, opera nel territorio l'associazione Watamu Marine Association che si occupa di recuperare e stoccare materiali di scarto tra cui bottiglie di plastica e di vetro, facilitandone l'approvvigionamento per i potenziali operatori del settore edile. La disponibilità di terra cruda con elevata componente di argilla nonché la capacità delle maestranze locali di utilizzare questo materiale è una grande risorsa per due principali motivi. Il primo è che consente di sperimentare tecniche costruttive alternative a quella tradizionale del *torchis*, come ad esempio l'*adobe* o il *pisè* (tra l'altro presenti nel territorio anche se in forma minore). Svincolando la parte strutturale da quella portate è possibile ottenere luci e altezze maggiori, aumentando i campi di utilizzo dei materiali locali nel settore edile e favorendo lo sviluppo di competenze negli operatori locali. Il secondo è che la terra cruda può essere integrata con i materiali di scarto individuati nel contesto locale per favorirne il riutilizzo secondo tecniche costruttive legate alle caratteristiche e prestazioni residue specifiche di ogni componente di recupero. I sacchi vuoti di cemento e di riso possono essere riutilizzati per la realizzazione di pareti mediante la tecnica delle earthbags. I sacchi di cemento, inoltre, essendo impermeabili possono anche essere utilizzati come guaina sia in copertura che in fondazione. I copertoni delle macchine possono essere riutilizzati previo riempimento di terra pressata per la realizzazione di pareti o fondazioni puntuali. Anche le bottiglie di plastica riempite di terra pressata o le bottiglie di vetro vuote possono essere integrate nella realizzazione di muri o nella realizzazioni di mattoni prefabbricati. Inoltre, per aumentare la durabilità delle pareti in terra cruda è possibile stabilizzarla con la calce.

The analysis of the territorial context has shown a wide availability of numerous waste materials that can be reused in the construction sector. In particular, plastic and glass bottles, machine tires, empty plastic cement bags and empty polypropylene or jute rice bags are easily available at low cost. In addition, the Watamu Marine Association operates in the area, which deals with recovering and storing waste materials including plastic and glass bottles, facilitating their supply for potential operators in the construction sector. The availability of raw earth with a high clay component as well as the ability of local workers to use this material is a great resource for two main reasons. The first is that it allows you to experiment with alternative construction techniques to the traditional one of the torchis, such as adobe or pisè (among other things present in the area even if in a minor form). By freeing the structural part from the capacity part, it is possible to obtain greater spans and heights, increasing the fields of use of local materials in the construction sector and encouraging the development of skills in local operators. The second is that raw earth can be integrated with waste materials identified in the local context to encourage their reuse according to construction techniques linked to the specific characteristics and residual performance of each recovery component. Empty bags of cement and rice can be reused for the construction of walls using the earthbag technique. Furthermore, the cement bags, being waterproof, can also be used as a sheath both on the roof and in the foundation. Machine tires can be reused after filling with pressed earth for the construction of walls or punctual foundations. Plastic bottles filled with pressed earth or empty glass bottles can also be integrated into wall construction or prefabricated brick construction. In addition, to increase the durability of raw earth walls, it can be stabilized with lime.

DISEÑO ARQUITECTÓNICO CENTRADO EN EL TRAUMA POST-CATÁSTROFE: REFLEXIONES TRAS LA DANA EN VALENCIA

TRAUMA-INFORMED ARCHITECTURAL DESIGN POST-CATASTROPHE: REFLECTIONS AFTER THE DANA IN VALENCIA

Carla De-Juan-Ripoll
Departament Architecturals Constructions; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia
Prof associated, PhD UPV. E-mail:carladejuan@gmail.com
Vicente Calabuig Montesinos
Departament Architecturals Constructions; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia
Prof associated, PhD UPV. E-mail:vicentcalabuigmontesinos@hotmail.com
Ester Martínez Beltrán
Departament Architecturals Constructions; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia
Prof associated, PhD UPV. E-mail:esmarbel@csa.upv.es
Luis Manuel Palmero Iglesias
Researcher and professor in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València, Building Engineer, Master in Concrete Engineering, PhD by the UPV and Università of Florence, Italy.Dr.h.C. by Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture. E-mail:lpalmero@csa.upv.es
Pilar Rodrigo Catalán
Departament Architecturals Constructions; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia
Prof associated, PhD UPV. E-mail:pilar.rodrigocatalan@gmail.com
Lucía Tordera Llisterri
Departament Architecturals Constructions; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia
Prof associated, PhD UPV. E-mail:torderalucia@gmail.com

Abstract

The recent Isolated Depression at High Levels (DANA) that affected the towns in northern Valencia has left a deep mark on local communities. Families have not only suffered material losses but also the devastation of objects with incalculable emotional value, intensifying the collective trauma. Elements such as mud and sludge, which were omnipresent during the catastrophe, have impregnated the environment with negative associations, particularly linked to the brown color. This phenomenon raises questions about how architecture can address and mitigate the psychological effects of trauma in reconstruction processes.

Keywords
Dana, tragedy, solidarity, resilience, construction

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'25"

DISEÑO ARQUITECTÓNICO CENTRADO EN EL TRAUMA POST-CATÁSTROFE: REFLEXIONES TRAS LA DANA EN VALENCIA

TRAUMA-INFORMED ARCHITECTURAL DESIGN POST-CATASTROPHE: REFLECTIONS AFTER THE DANA IN VALENCIA

De-Juan-Ripoll, C.[1,2,3]; Calabuig Montesinos, V.[1,2,3]; Martínez Beltrán, E.[1,2,3]; Palmero Iglesias, L.[1,2,3]; Rodrigo Catalán, P. [1,2,3];Tordera Llisterri, L.[1,2,3]
Dpto. Construcciones Arquitectónicas[1]; Universitat Politècnica de València[2]; ETS. Ingeniería de Edificación[3]

INTRODUCCIÓN

La reciente Depresión Aislada en Niveles Altos (DANA) que afectó a los pueblos del norte de Valencia ha dejado una profunda huella en las comunidades locales. Las familias no solo han sufrido pérdidas materiales, sino también la devastación de objetos con un valor emocional incalculable, intensificando el trauma colectivo. Elementos como el barro y el fango, omnipresentes durante la catástrofe, han impregnado el entorno con asociaciones negativas, especialmente vinculadas al color marrón. Este fenómeno plantea interrogantes sobre cómo la arquitectura puede abordar y mitigar los efectos psicológicos del trauma en procesos de reconstrucción.

INTRODUCTION

The recent Isolated Depression at High Levels (DANA) that affected the towns in northern Valencia has left a deep mark on local communities. Families have not only suffered material losses but also the devastation of objects with incalculable emotional value, intensifying the collective trauma. Elements such as mud and sludge, which were omnipresent during the catastrophe, have impregnated the environment with negative associations, particularly linked to the brown color. This phenomenon raises questions about how architecture can address and mitigate the psychological effects of trauma in reconstruction processes.



Imagen 1-3. Selección de imágenes de EL PAÍS (29 de noviembre de 2024), Autores: Samuel Sánchez y Óscar Corral. **Image 1-3.** Selection of images from EL PAÍS (November 29, 2024), Authors: Samuel Sánchez and Óscar Corral.

EL IMPACTO PSICOLÓGICO DE LOS ELEMENTOS VISUALES

Los elementos arquitectónicos, en particular el color, desempeñan un papel crucial en la percepción y el bienestar emocional de las personas. El color marrón, asociado al barro y la destrucción durante la DANA, puede actuar como un desencadenante de recuerdos traumáticos para los residentes. La Trauma-Informed Design (Diseño Informado por el Trauma) propone estrategias que consideran estas asociaciones, creando entornos que promuevan la seguridad y el bienestar emocional. Según Davis y Roche (2021), "el diseño basado en el trauma busca crear espacios que no solo sean funcionales, sino que también apoyen la salud mental y emocional de sus ocupantes".

THE PSYCHOLOGICAL IMPACT OF VISUAL ELEMENTS

Architectural elements, particularly color, play a crucial role in the perception and emotional well-being of individuals. The color brown, associated with mud and destruction during the DANA, can act as a trigger for traumatic memories for residents. Trauma-Informed Design proposes strategies that consider these associations, creating environments that promote safety and emotional well-being. According to Davis and Roche (2021), "trauma-informed design seeks to create spaces that are not only functional but also support the mental and emotional health of their occupants."

EJEMPLOS COMPARATIVOS Y LECCIONES APRENDIDAS

Existen precedentes donde el diseño arquitectónico ha incorporado principios informados por el trauma para facilitar la recuperación comunitaria. Por ejemplo, tras el huracán Katrina en Nueva Orleans, se implementaron viviendas con colores vibrantes para simbolizar esperanza y renovación. Asimismo, en Fukushima, Japón, después del desastre nuclear de 2011, se diseñaron espacios que integraban elementos naturales para promover la curación emocional. Más recientemente, el Centro Barnard de Haven, diseñado específicamente para ayudar a los supervivientes de traumas a curarse, ejemplifica cómo el diseño informado sobre el trauma puede ser una herramienta efectiva en la recuperación.

COMPARATIVE EXAMPLES AND LESSONS LEARNED

There are precedents where architectural design has incorporated trauma-informed principles to facilitate community recovery. For example, after Hurricane Katrina in New Orleans, homes with vibrant colors were implemented to symbolize hope and renewal. Similarly, in Fukushima, Japan, following the 2011 nuclear disaster, spaces were designed that integrated natural elements to promote emotional healing. More recently, the Barnard Haven Center, specifically designed to help trauma survivors heal, exemplifies how trauma-informed design can be an effective tool in recovery.



Imagen 4. Contexto del Diseño Informado por el Trauma. Diseño para la Curación, la Dignidad y la Alegría (2020). Shopworks Architecture Group, 14. Engineering & University of Denver Center for Housing and Homeless Research. **Image 4.** Trauma-Informed Design Framework. Designing for Healing, Dignity and Joy (2020). Shopworks Architecture Group, 14. Engineering & University of Denver Center for Housing and Homeless Research.

HACIA UNA ARQUITECTURA INFORMADA POR EL TRAUMA

Aplicar un enfoque de diseño informado por el trauma en la reconstrucción post-DANA implica:

Participación Comunitaria: Involucrar a los residentes en el proceso de diseño para asegurar que los espacios reflejen sus necesidades y aspiraciones, fomentando un sentido de pertenencia y control sobre su entorno.

Selección de Colores y Materiales: Optar por paletas de colores que eviten asociaciones negativas, incorporando tonos que promuevan calma y seguridad, como azules suaves o verdes, y utilizando materiales que transmitan calidez y confort.

Integración de la Naturaleza: Crear espacios que incorporen elementos naturales, como jardines o vistas al paisaje, para facilitar la conexión con el entorno y promover el bienestar emocional.

Diseño de Espacios Seguros: Configurar áreas que ofrezcan refugio y privacidad, permitiendo a los individuos procesar sus experiencias en un ambiente de seguridad y apoyo.

TOWARDS TRAUMA-INFORMED ARCHITECTURE

Applying a trauma-informed design approach in post-DANA reconstruction involves:

Community Engagement: Involving residents in the design process to ensure that spaces reflect their needs and aspirations, fostering a sense of belonging and control over their environment.

Selection of Colors and Materials: Choosing color palettes that avoid negative associations, incorporating tones that promote calm and security, such as soft blues or greens, and using materials that convey warmth and comfort.

Integration of Nature: Creating spaces that incorporate natural elements, such as gardens or views of the landscape, to facilitate connection with the environment and promote emotional well-being.

Design of Safe Spaces: Configuring areas that offer refuge and privacy, allowing individuals to process their experiences in an environment of safety and support.



Imagen 5. Musicians Village Rainbow Row, New Orleans por Tanya Lukasik, utilizada bajo CC BY 2.0. **Image 5.** Musicians Village Rainbow Row, New Orleans by Tanya Lukasik, used under CC BY 2.0.

CONCLUSIONES

La reconstrucción de las zonas afectadas por la DANA en Valencia ofrece una oportunidad para aplicar principios de diseño informados por el trauma, creando entornos que no solo restauren la funcionalidad, sino que también promuevan la curación emocional y la resiliencia comunitaria. Al considerar cuidadosamente elementos como el color y la participación comunitaria en el proceso de diseño, es posible transformar espacios marcados por la tragedia en lugares de esperanza y renovación.

CONCLUSIONS

The reconstruction of areas affected by the DANA in Valencia offers an opportunity to apply trauma-informed design principles, creating environments that not only restore functionality but also promote emotional healing and community resilience. By carefully considering elements such as color and community involvement in the design process, it is possible to transform spaces marked by tragedy into places of hope and renewal.

Bibliografía / Bibliography: Davis, J., & Roche, C. (2021). La forma sigue al sentimiento: Un diseño basado en el trauma y el futuro de los espacios interiores. ArchDaily

DANA OCTUBRE 2024. HOMENAJE A LA RESILIENCIA COLECTIVA Y A LA SOLIDARIDAD FRENTE A LA INCOMPETENCIA POLITICA

DANA OCTOBER 2024. TRIBUTE TO COLLECTIVE RESILIENCE AND SOLIDARITY IN THE FACE OF POLITICAL INCOMPETENCE

Luis Manuel Palmero Iglesias
Researcher and professor in the Department of Architectural Constructions; Universitat Politècnica de València, Building Engineer, Master in Concrete Engineering, PhD by the UPV and Università of Florence, Italy.Dr.h.C. by Odessa State Academy of Civil Engineering & Architecture. E-mail:lpalmero@csa.upv.es
Vicente Calabuig Montesinos
Departament Architecturals Constructions; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia Prof associated, PhD UPV. E-mail:vicentcalabuigmontesinos@hotmail.com
Carla De-Juan-Ripoll
Departament Architecturals Constructions; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia Prof associated, PhD UPV. E-mail:carladejuan@gmail.com
Ester Martínez Beltrán
Departament Architecturals Constructions; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia Prof associated, PhD UPV. E-mail:esmarbel@csa.upv.es
Pilar Rodrigo Catalán
Departament Architecturals Constructions; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia Prof associated, PhD UPV. E-mail:pilar.rodrigocatalan@gmail.com
Lucía Tordera Llisterri
Departament Architecturals Constructions; Universitat Politècnica de València; Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia Prof associated, PhD UPV. E-mail:torderalucia@gmail.com

Abstract

In recent years, extreme and calamitous catastrophic events linked to hydrogeological cycles, which take place in long periods of drought or intense flooding in areas where such phenomena are unusual, have become increasingly frequent. The Valencian Community has been severely affected by the floods of 29 and 30 October, and many localities have received more than 300 l/m2. The Chiva weather station received 491 l/m² in just eight hours, the equivalent of a year's worth of rain, according to AEMET - State Meteorological Agency. The World Weather Attribution has determined that rainfall in the Valencian Community has become 12% more intense due to climate change. The word DANA Isolated High Level Depression has its origin in honor of the surname of a relevant researcher and meteorologist of the former National Institute of Meteorology who died in 1984. This series is intended as a remembrance of the victims and a plea against the chaotic lack of coordination and failure of the political class in the face of tragedies of this kind.

Keywords
Dana, tragedy, solidarity, resilience, construction

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

DANA OCTUBRE 2024. HOMENAJE A LA RESILIENCIA COLECTIVA Y A LA SOLIDARIDAD FRENTE A LA INCOMPETENCIA POLITICA

DANA OCTOBER 2024. TRIBUTE TO COLLECTIVE RESILIENCE AND SOLIDARITY IN THE FACE OF POLITICAL INCOMPETENCE

Palmero Iglesias, L.[1,2,3] ; Calabuig Montesinos,V. [1,2,3]; De-Juan-Ripoll, C.[1,2,3]; Martínez Beltrán, E.[1,2,3]; Rodrigo Catalán, P.[1,2,3]; Tordera Llisterri, L[1,2,3]
Dpto. Construcciones Arquitectónicas[1]; Universitat Politècnica de València[2]; ETS. Ingeniería de Edificación[3]

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se han vuelto cada vez más frecuentes los eventos catastróficos extremos y calamitosos vinculados a los ciclos hidrogeológicos, que tienen lugar en largos períodos de sequía o inundaciones intensas en áreas donde tales fenómenos son inusuales. La Comunitat Valenciana se ha visto gravemente afectada por las inundaciones del 29 y 30 de octubre, y muchas localidades han recibido más de 300 l/m2. La estación meteorológica de Chiva recibió 491 l/m² en solo ocho horas, el equivalente a un año de lluvia, según AEMET - Agencia Estatal de Meteorología. El World Weather Attribution ha determinado que las precipitaciones en la Comunitat Valenciana se han hecho un 12% más intensas debido al cambio climático. La palabra DANA Depresión Aislada de Niveles Altos tiene su origen en honor del apellido de un relevante investigador y meteorólogo del antiguo Instituto Nacional de Meteorología fallecido en 1984. Esta serie pretende ser un recuerdo a las victimas y un alegato en contra de la caótica descordinación y fracaso de la clase política ante tragedias de este tipo.

INTRODUCTION

In recent years, extreme and calamitous catastrophic events linked to hydrogeological cycles, which take place in long periods of drought or intense flooding in areas where such phenomena are unusual, have become increasingly frequent. The Valencian Community has been severely affected by the floods of 29 and 30 October, and many localities have received more than 300 l/m2. The Chiva weather station received 491 l/m² in just eight hours, the equivalent of a year's worth of rain, according to AEMET - State Meteorological Agency. The World Weather Attribution has determined that rainfall in the Valencian Community has become 12% more intense due to climate change. The word DANA Isolated High Level Depression has its origin in honor of the surname of a relevant researcher and meteorologist of the former National Institute of Meteorology who died in 1984. This series is intended as a remembrance of the victims and a plea against the chaotic lack of coordination and failure of the political class in the face of tragedies of this kind.

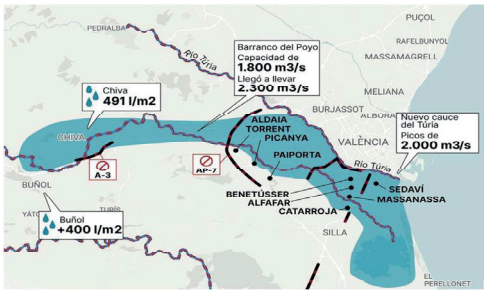


Fig.1 Mapa de la zona y los pueblos afectados Dana 29 octubre
Fig. 1 Map of the affected area and villages Dana 29 October

Durante décadas, **"gota fría"** fue el término coloquial más común para describir episodios de lluvias intensas y persistentes en España, especialmente en otoño y en zonas como el litoral mediterráneo. Esta expresión surgió a mediados del siglo XX, en una época donde los conocimientos y herramientas de meteorología eran limitados en comparación con los de hoy. La comunidad científica y el público en general adoptaron este término porque ofrecía una explicación sencilla para fenómenos que, aunque conocidos, eran aún poco comprendidos. La idea de "gota fría" hacía referencia a una masa de aire frío en los niveles altos de la atmósfera, que, al encontrarse con el aire cálido y húmedo en la superficie, desencadenaba precipitaciones intensas.
Sin embargo, la expresión "gota fría" carecía de una base científica sólida y era, en muchos sentidos, un "comodín" que servía para explicar cualquier evento de fuertes precipitaciones en la región. Este término popular contribuía a la confusión y al alarmismo, ya que no diferenciaba entre distintos fenómenos meteorológicos, tratando de igual manera episodios que podían tener causas diversas.El concepto de "gota fría" apareció por primera vez en 1886 en la escuela de meteorología alemana, que introdujo el término Kaltlufttropfen o "gota de aire frío". Esta primera definición ayudó a dar un marco conceptual, aunque bastante limitado, para estos fenómenos atmosféricos, que se observaban diversas regiones de Europa.

For decades, "gota fría" was the most common colloquial term to describe episodes of intense and persistent rainfall in Spain, especially in autumn and in areas such as the Mediterranean coast. This expression emerged in the mid-twentieth century, at a time when meteorological knowledge and tools were limited compared to today's. The scientific community and the general public adopted this term because it offered a simple explanation for phenomena that, although known, were still poorly understood. The idea of a "cold drop" referred to a mass of cold air at the upper levels of the atmosphere, which, when it encountered warm, moist air at the surface, triggered intense precipitation. However, the expression "cold drop" lacked a solid scientific basis and was, in many ways, a "wild card" that served to explain any heavy rainfall event in the region. This popular term contributed to confusion and alarmism, since it did not differentiate between different meteorological phenomena, treating episodes that could have different causes in the same way.The concept of "cold drop" first appeared in 1886 in the German meteorological school, which introduced the term Kaltlufttropfen or "cold air drop." This first definition helped to provide a conceptual framework, albeit quite limited, for these atmospheric phenomena, which were observed in various regions of Europe.

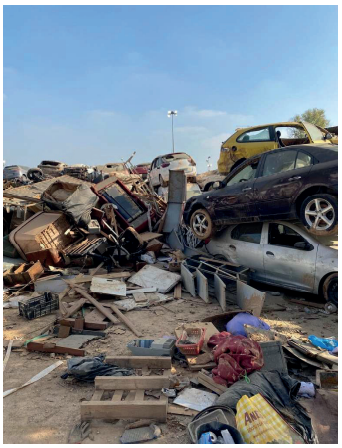








Figs. 2 a 5. Interior de casas afectadas. Fig.2 y 3 Villalba, M.(2024). 4 y 5 Costa, F.(2024). Exposición Dana 2024_UPV
Figs. 2 to 5. Interior of affected houses. Fig.2 and 3 Villalba, M. (2024). 4 and 5 Costa, F. (2024). Dana Exhibition 2024_UPV









Figs. 6/7 Enseres, vehículos y casas afectadas por los efectos de la Dana. Fig. 8 voluntarios del pueblo de Paiporta en las tareas de limpieza.Fig. 8. Mural homenaje a los voluntarios de la Dana, obra de Paco Roca y Martín Forés, La Rambleta Valencia. Foto García Poveda. Fotos 6 a 8, Luis Palmero
Figs. 6/7 Belongings, vehicles and houses affected by the effects of the Dana. Fig. 8 volunteers from the town of Paiporta in the clean-up tasks.Fig. 8. Mural tribute to the volunteers of the Dana, the work of Paco Roca and Martín Forés, La Rambleta Valencia. Photo: García Poveda. Photos 6 to 8, Luis Palmero

El espacio antrópico ya no puede ser un elemento antitético y contrastante con respecto a la lógica de la naturaleza, sino que debe ser moldeado sobre ellas, convivir sinérgicamente con sus reglas. El sector de la construcción es responsable de alrededor del 40% de la contaminación ambiental mundial, pero no podemos ignorarlo ya que es necesario para nuestra supervivencia. Por lo tanto, necesitamos cambiar nuestro enfoque para concebir el entorno urbano. Un cambio que exige cuestionar no solo nuestro estilo de vida, sino también la forma en que concebimos el espacio, eliminando la divergencia historizada entre el espacio humano y el espacio natural, fruto de la idea renacentista de la Ciudad Ideal, pero permitiendo la interpenetración de la naturaleza en la arquitectura.

Anthropic space can no longer be an antithetical and contrasting element with respect to the logic of nature, but must be molded on them, coexist synergistically with their rules. The construction sector is responsible for around 40% of the world's environmental pollution, but we cannot ignore it as it is necessary for our survival. Therefore, we need to change our approach to conceiving the urban environment. A change that requires questioning not only our lifestyle, but also the way we conceive space, eliminating the historicized divergence between human space and natural space, the result of the Renaissance idea of the Ideal City, but allowing the interpenetration of nature in architecture.

LA ARQUITECTURA SOCIAL DE AUTOR. DESDE EL ESTUDIO DEL PROYECTO ORIGINAL HASTA SU RECALIFICACIÓN ENERGÉTICA

AUTHOR'S SOCIAL HOUSING. FROM THE STUDY OF THE ORIGINAL PROJECT TO THE ENERGY REQUALIFICATION

Giuseppe Angileri
Dottorando presso il Dipartimento di Ingegneria; Università di Messina; Contrada Di Dio, 98158 Sant'Agata, Messina ME, Italia, Ingegnere Edile per il Recupero.
PhD student at the Department of Engineering; University of Messina; Contrada Di Dio, 98158 Sant'Agata, Messina ME, Italy. Construction Engineering for recovery. E-mail: giuseppe.angileri@studenti.unime.it

Graziella Bernardo
Profesoressa di Scienza e Tecnologia del Materiali, Dottore di ricerca. Dipartimento per l'Innovazione Umanistica, Scientifica e Sociale - D.I.U.S.S Universitá degli Studi della Basilicata; via Lanera 20,75100, Matera, Italia. Professor of Materials Science and Technology, Senior lecture and researcher, Department for Humanistic, Scientific, and Social Innovation. University of Basilicata; via Lanera, 20,75100, Matera, Italy. Email: graziella.bernardo@unibas.it

Giuseppina Currò
Dottoranda presso il Dipartimento di Ingegneria; Università di Messina; Contrada Di Dio, 98158 Sant'Agata, Messina ME, Italia. Ingegnere Edile per il Recupero.
PhD student at the Department of Engineering; University of Messina; Contrada Di Dio, 98158 Sant'Agata, Messina ME, Italy. Construction Engineering for recovery. Email: giuseppina.curro@studenti.unime.it

Luis Palmero Iglesias
Profesor Titular de Universidad; Departamento Construcciones Arquitectónicas, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, España. Doctor por la Universitat Politècnica de València, Doctor Europeus por la Facoltà di Architettura di Firenze, Ingeniero de Edificación, y Licenciado en Bellas Artes por la Universitat Politècnica de València,
Associate Professor; Department of Architectural Constructions, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, Spain. PhD from the Universitat Politècnica de València, PhD Europeus from the Facoltà di Architettura di Firenze, Building Engineer, and Degree in Fine Arts from the Universitat Politècnica de València. E-mail: lpalmero@csa.upv.es

Giovanni Francesco Russo
Dottorando presso il Dipartimento di Ingegneria; Università di Messina; Contrada Di Dio, 98158 Sant'Agata, Messina ME, Italia. Ingegnere Edile per il Recupero.
PhD student at the Department of Engineering; University of Messina; Contrada Di Dio, 98158 Sant'Agata, Messina ME, Italy. Construction Engineering for recovery. Email: giovanni.russo6@studenti.unime.it

Abstract

In Spain, social housing experienced an evolutionary history characterized by design experimentation and by the adoption of innovative technologies for the construction of important works. To the point of being considered today as important architectural heritages to be safeguarded. The contribution illustrates peculiarities and original solutions present in a residential complex built in Valencia in the late 1950s by architect Santiago Artal Ríos. In the complex, named Santa María Micaela, the relationships between formal components, principles of the Modern Movement and technical-constructive aspects are distinguishable, achieving a balance between the different technological-constructive, organizational-distributive, environmental-climatic and figurative-formal subsystems. In addition to the analysis of the structure and architecture, an analysis was carried out from the point of view of energy and climatic comfort of a typical apartment in the building in order to define how an architecture more than fifty years old meets the most modern housing standards and what the solutions might be in a possible energy upgrading project that first and foremost safeguards the architectural peculiarities of the structure..

Keywords

Social housing, Architectural design, Energy requalificatio

XXXIX SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2025
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING – EXCO'25"

VIVIENDAS SOCIALES DE AUTOR
DESDE EL ESTUDIO DEL PROYECTO ORIGINAL HASTA LA RECALIFICACIÓN ENERGÉTICA
THE AUTEUR SOCIAL HOUSING
FROM THE STUDY OF THE ORIGINAL DESIGN TO THE ENERGY REQUALIFICATION

Giuseppe Angileri[1], Graziella Bernardo[2], Giuseppina Currò[1], Giovanni Francesco Russo[1], Luis Palmero Iglesias[3]
Dipartimento Di Ingegneria, Università di Messina[1]; DiUSS Università degli Studi della Basilicata[2]; Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación U.P.V.[3]

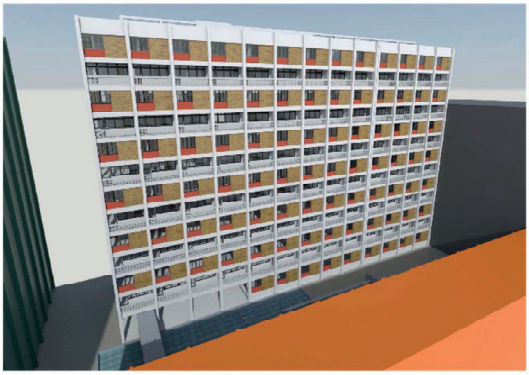


Fig. 3. Modelo BIM 3D del edificio n°2, fachada principal
Fig. 3. 3D BIM model of the building n°2, principal facade



Fig. 1. Contexto territorial de la residencia
Fig. 1Territorial context of the residential

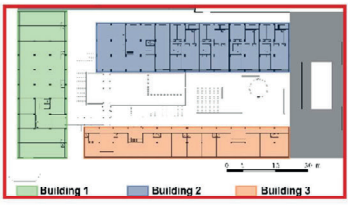


Fig. 2. Plano general del complejo
Fig. 2. Overall plan of the complex

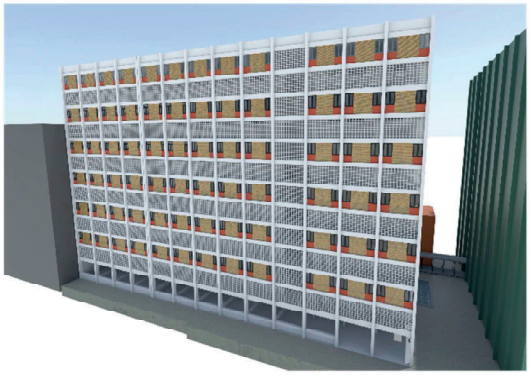


Fig. 4. Modelo BIM 3D del edificio n°2, fachada trasera
Fig. 4. 3D BIM model of the building n°2, rear facade

EL PROYECTO DEL COMPLEJO SANTA MARÍA MICAELA
El complejo residencial Santa María Micaela, construido en Valencia entre 1958-'61 por Santiago Artal Ríos (Fig. 1), se diferencia de otros edificios españoles de vivienda social por sus innovaciones en el diseño y la elección formal/funcional de los materiales empleados.
Consta de 138 viviendas de renta baja, sin personal de servicio, destinadas a una clientela de clase media. Los tres bloques de fábrica, dos de ellos de 13 plantas sobre rasante y uno de tres plantas, se disponen de forma que sus volúmenes delimitan el perímetro rectangular de la parcela (45,50x83,40 m), dejando libre la parte central interna (Fig. 2).La composición arquitectónica de las fachadas está marcada por pilares y vigas de hormigón; en los campos entrecruzados hay una alternancia regular de muros ciegos de ladrillo amarillo visto colocados con juntas de mortero escalonadas, marcos de ventanas con carpintería de hierro negro a toda altura (desde el intradós hasta el extradós de los forjados intermedios) caracterizados por un antepecho-bajo ventana de vidrio mallado cubierto con un panel rojo opaco, muros de pasillo de acceso a las viviendas y balaustradas de balcones de elementos prefabricados perforados de hormigón blanco, denominados *cobogó* (Figs. 3-4).

THE SANTA MARIA MICAELA COMPLEX PROJECT
The Santa María Micaela residential complex, built in Valencia between 1958 and 1961 by Santiago Artal Ríos (Fig. 1), stands out from other Spanish social housing buildings due to its innovative design and the formal and functional choice of materials.
The complex comprises 138 low-income housing units, without service staff, and was built for a middle-class clientele. The three factory blocks are arranged in a way that their volumes delimit the rectangular perimeter of the lot (45.50x83.40 m), leaving the central internal part free. Two of the blocks are 13 storeys above ground level, while the third is three storeys high (Fig. 2-3).The façades' architectural composition features concrete pillars and beams. Enclosed areas exhibit a regular alternation of solid walls made of exposed yellow brick laid with staggered mortar joints, full-height black iron-framed windows and doors (from the intrados to the extrados of the intermediate floor slabs). These are characterised by a parapet-sub-framework made of retina glass covered with an opaque red panel. The walls of the corridors leading to the dwellings and balcony balustrades are made of prefabricated perforated white concrete elements called cobogó (Figs. 4-5).



Fig. 5. Vista de la zona común central
Fig. 5. View of the central common area

LAS ELECCIONES DE DISEÑO DE SANTIAGO ARTAL RÍOS
El aparato decorativo exterior se caracteriza por soluciones técnicas sofisticadas, como la pasarela que conecta los tres bloques cubierta por una losa de hormigón armado que descansa sobre finos pilares de hierro negro, con el intradós revestido de listones de madera y suelo antideslizante gris (Fig. 5).
La unidad habitacional está diseñada a partir de un módulo básico con zona de estar en la planta inferior (salón-comedor con pequeña terraza, cocina y WC) y zona de dormir en la planta superior (cuarto de baño y dormitorios situados en el centro) y puede transformarse fácilmente según las necesidades del usuario (Fig. 6). Se ha prestado mucha atención al diseño distributivo-funcional de los pisos, pero también al figurativo-formal (lámparas de techo empotradas en el intradós del balcón para no crear una perturbación visual en la geometría de las fachadas) y ambiental-climático (ventanas con aberturas de diferentes tamaños para garantizar el intercambio de aire durante todo el año y maximizar o minimizar el efecto de los vientos en función de su dirección).

THE DESIGN CHOICES OF SANTIAGO ARTAL RÍOS
The decorative exterior features advanced technical solutions, including a walkway that connects the three blocks. The walkway is covered by a reinforced concrete slab that rests on thin black iron pillars. The intrados is covered in wooden strips and grey non-slip flooring (see Fig. 5).The living unit is constructed using a basic module, featuring a living area on the lower floor (including a living-dining room with a small terrace, a kitchen, and a WC) and a sleeping area on the upper floor (comprising a centrally located bathroom and bedrooms). It can be easily adapted to suit the user's requirements (see Fig. 6). The design of the flats has received significant attention, with consideration given to both distributional-functional and figurative-formal aspects. For example, ceiling lights have been recessed into the intrados of the balcony to avoid disrupting the geometry of the façades. Additionally, environmental-climatic factors have been taken into account, such as windows with varying sized openings to facilitate air exchange throughout the year and to optimize wind effects based on their direction.

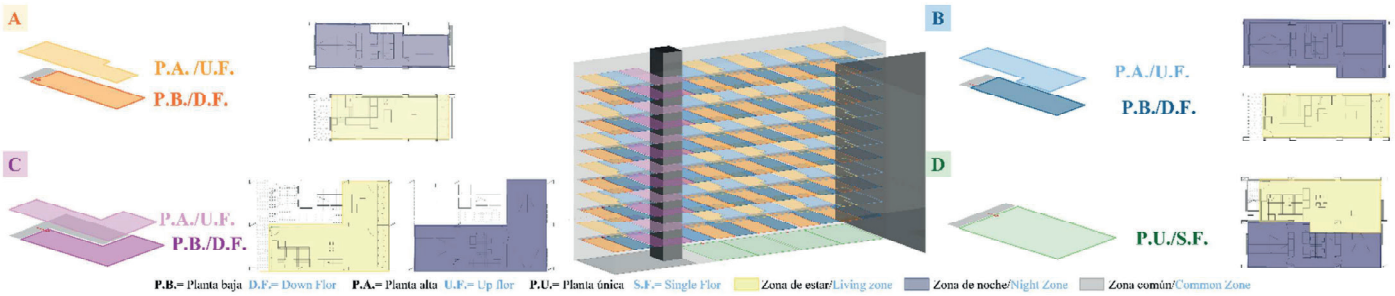


Fig. 6. Tipos de vivienda en el edificio nº 2 y distinción entre zonas de estar y de noche Fig. 6. Housing types in building no. 2 and distinction between living and Night zones

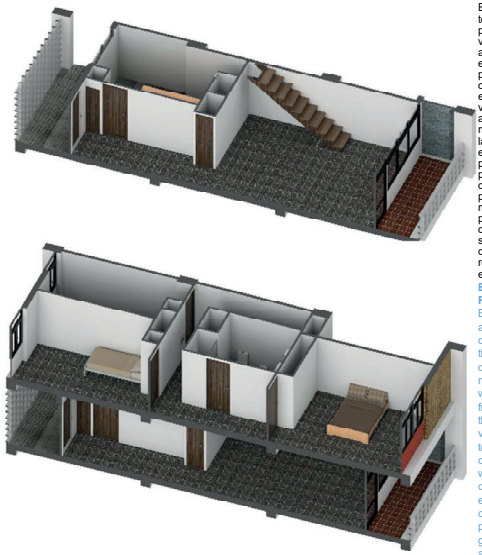


Fig. 7. Sección axonométrica de la unidad de tipo A edificio 2, dúplex, 130 m²
Fig. 7. Axonometric cross-sections of unit type A building 2, duplex, 130 m²

ANÁLISIS ENERGÉTICO: ESTUDIO DE LA VENTILACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORA
Examinando detalladamente un piso tipo dúplex, nos centramos en el estado térmico, estudiando con detalle los flujos de ventilación, que desempeñaron un papel importante en el diseño del edificio: se identificaron tres vías de ventilación principales, que afectan a las habitaciones interiores del piso analizado, con su característico desarrollo longitudinal (Fig. 8). La ventilación es útil no sólo para evitar la formación de moho, sino también para impedir la propagación de olores desagradables desde las estancias en las que se originan a las adyacentes. El flujo de aire de la cocina procede del balcón de entrada, ya filtrado por la rejilla *cobogó*, y entra en ella a través del par de ventanas vasistas, antes de ser dirigido, mediante un conducto de ventilación, a la gran cavidad que recorre toda la altura del edificio, hasta la terraza: de este modo, sin ningún apoyo mecánico, pero aprovechando el efecto chimenea de la torre-cavidad, los humos son expulsados de la casa sin afectar a las demás estancias, junto con el aire caliente, que tiene menor densidad y tiende a subir por convección. Considerando el buen estado de la envolvente, se propuso para la recalificación energética la instalación de una caldera de condensación de última generación para cubrir las necesidades de climatización invernal y producción de agua caliente sanitaria, y la sustitución de los anacrónicos marcos metálicos de las ventanas de acristalamiento simple sin rotura de puente térmico por acristalamientos triples de baja emisividad, sin alterar el diseño y la superficie de los huecos individuales. Para la climatización estival, se decidió no hacer ninguna previsión, centrándose en la ventilación entre los dos frentes: potenciando sin desvirtuar el diseño bioclimático de Artal y recurriendo, en caso necesario, a soluciones con un impacto mínimo sobre el edificio existente (Fig. 9).

ENERGY ANALYSIS: STUDY OF VENTILATION AND PROPOSAL FOR RENOVATION
By examining a duplex-type flat in detail, we focused on the thermal state of the art, studying ventilation flows in detail, which played an important role in the design of the building: three main ventilation paths were identified, which affect the interior rooms of the analysed flat, with a characteristic longitudinal development (Fig. 8). Ventilation is useful not only to prevent the formation of mould, but also to prevent the spread of unpleasant odours from the rooms in which they originate to adjacent rooms. The flow of air in the kitchen comes from the entrance gallery, already filtered by the *cobogó* grille, and enters it through the pair of *vasistas* windows, before being directed, through a ventilation duct, into the large cavity that runs the full height of the building, up to the terrace: in this way, without any mechanical support, but exploiting the chimney effect of the tower-cavity, the fumes are expelled from the house without affecting the other rooms, together with the hot air, which has a lower density and tends to rise by convection. Considering the good condition of the envelope, it was proposed for energy requalification to install a latest-generation condensation boiler to meet winter air-conditioning and domestic hot water production needs, and to replace the anachronistic metal frames of the single-glazed windows without thermal break with low-emissivity triple glazing, without altering the design and surface of the individual openings. For summer air-conditioning, it was decided not to make any provision, focusing on ventilation between the two fronts: enhancing without distorting Artal's bioclimatic design and resorting, if necessary, to solutions with minimal impact on the existing building (Fig. 9).

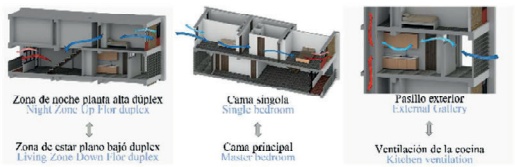


Fig. 8. Principales vías de ventilación identificadas
Fig. 8 Main ventilation paths identified

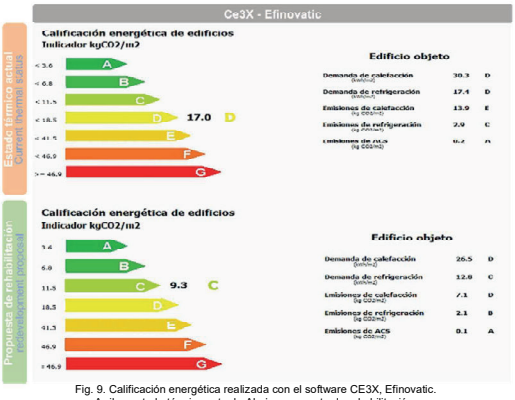


Fig. 9. Calificación energética realizada con el software CE3X, Efinovatic. Arriba, estado térmico actual . Abajo, propuesta de rehabilitación.
Fig. 9 Energy classification carried out using CE3X software, Efinovatic. Top, current thermal status. Bottom, redevelopment proposal.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

