XXXVI SALÓN TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN EXCO 2022
INTERNATIONAL EXHIBITION "RESEARCH IN BUILDING ENGINEERING EXCO'22"

ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DE EDIFICIOS INDUSTRIALES. RecoverIND.

ORGANIZATION OF INFORMATION FOR INDUSTRIAL BUILDINGS´ EVALUATION. RecoverIND.

C. Rivero-Camacho[1,2,3], A. Martínez-Rocamora[1,2,3], M.D. Alba-Rodríguez[1,2,3], J. Solís-Gumán[1,2,3], M. Marrero[1,2,3].
Dpto. Construcciones Arquitectónicas II[1]; Universidad de Sevilla[2]; ETS. Ingeniería de Edificación[3]

INTRODUCCIÓN /INTRODUCTION

El desarrollo urbano sostenible se centra principalmente en el cambio climático y la conservación de recursos, que se puede aplicar a la construcción de edificios, comenzando con la producción y transporte de materiales, continuando con las actividades de construcción y uso. Los desarrolladores son un factor crucial en el cambio de sector ya que controlan la compra y puesta en marcha de productos de construcción. Los desarrolladores también pueden liderar la concienciación medioambiental, lo que debe ir acompañado de un fácil acceso a la información medioambiental. El acceso y valoración de esta información se puede conseguir a través de herramientas didácticas para técnicos, ingenieros y arquitectos. La página principal del sitio web oficial (www.recoverind.eu) se muestra en la Imagen 1, el círculo representa el principal objetivo que debe abordar RecoverIND, en el sentido de las agujas del reloj desde arriba: innovación en la enseñanza, industria, transporte de materiales, construcción, residuos gestión, potencial de reciclaje y digitalización en el ciclo de vida de las naves industriales.

Sustainable urban development is mainly centered on climate change and re-source conservation, which can be applied to buildings construction, starting with the materials production and transport, continuing with the construction activities and usage. Developers are a crucial in the change of the sector since they control purchasing and commissioning of construction products. Developers can also lead environ-mental awareness, this need to be accompanied by an easy access to environmental information. The access to and assessment of this information can be achieved through teaching tools for technicians, engineers and architects. The main page of the official website (www.recoverind.eu) is shown in Image 1, the circle represents the main objective to be tackle by RecoverIND, clockwise from top: teaching innovation, industry, material transport, construction, waste management, recycling potential and digitalization in the life cycle of industrial buildings.

Image 1. Homepage with the RecoverIND website menu for teaching tools

OBJETIVOS

El principal objetivo del proyecto europeo RecoverIND, es la transferencia de conocimiento mediante la implementación de herramientas que permitan la rápida adquisición de datos en el sector, con un amplio abanico de aplicaciones en la industria de la construcción, rehabilitación y eficiencia energética de edificios. Otro objetivo importante del proyecto es facilitar la evaluación del ciclo de vida de los edificios industriales e identificar mejores alternativas económicas o ambientales.

OBJETIVES

The main objective of the European project RecoverIND, funded in the Erasmus+ 2020 call, is the transfer of knowledge through the implementation of training tools that allow the rapid acquisition of data in the sector, with a wide range of applications in the construction industry, renovation and energy efficiency of buildings. Another important objective of the project is to facilitate the evaluation of industrial buildings' life cycle and identify better economic or environmental alternatives.

MATERIALES Y METODOS / MATERIALS AND METHODS

La metodología, Imagen 2, comienza con la recolección de datos genéricos y accesibles, de las bases de datos de costos de construcción y LCA. Cada elemento que forma parte del presupuesto del proyecto se evalúa en términos de WF y CF, generando un "presupuesto ambiental". Finalmente, se definen encuestas que incluyen una nueva clasificación de obras y características constructivas en la provincia de Sevilla, y se evalúan en su totalidad tres proyectos representativos (Tabla 2). La Imagen 3 resume la metodología, que combina la clasificación sistemática de costos de construcción de la obra con el impacto ambiental. Una vez calculado el volumen, se utilizan las densidades de los elementos según el Catálogo de Soluciones Constructivas del Código Técnico de la Edificación para calcular la masa, Tabla 1.

The methodology, Image 2, begins with the collection of generic and accessible data from the construction cost and LCA databases. Each element that is part of the project budget is evaluated in terms of WF and CF, generating an "environmental budget". Finally, surveys are defined that include a new classification of works and construction characteristics in the province of Seville, and three representative projects are evaluated in their entirety (Table 2). Image 3 summarises the methodology, which combines the construction cost system-atic classification of the work with the environmental impact. Once the volume is calculated, the elements' densities according to the Catalogue of Construction Solutions of the Technical Building Code are used to calculate the mass, as shown in Table 1.

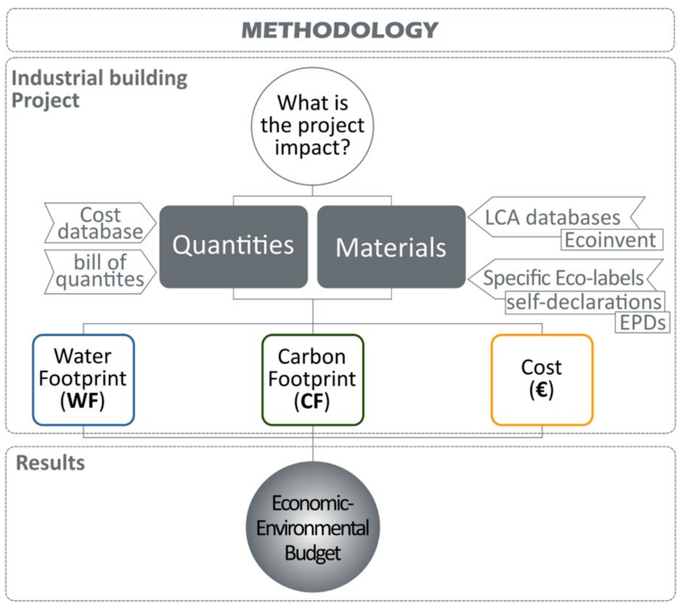

Image 2. Methodology for the inclusion of the WF (m3water) and CF (tCO2eq) in the green assessment of industrial projects.

Table 1. Weight calculation of basic construction elements.

ACCD code	Cost (€)	Unit	Description	Volume (m³) X	Volume (m³) Y	Volume (m³) Z	Density (kg/m³)	Weight (kg)
AG00100	10.86	m³	Gravel	1.00	1.00	1.00	1,784.00	1,784.000
CA80030	3.78	kg	Steel triangular section mesh	1.00	1.00	1.00	1.00	1.000
CH80200	157.08	m³	Light concrete-25 N/mm²	1.00	1.00	1.00	2 549.25	2549.250
FB80200	2.14	u	Concrete block 50X20X25 cm	0.50	0.20	0.25	900.00	22.500
IE02600	4.43	m	Copper wire 1x16 mm² H07V-K(AS)	1.00	16.00	10^{-6}	880.00	0.0144
PA00500	1.71	Kg	Acrylic paint	1.00	1.00	1.00	1.00	1.000
QP00800	3.99	m	Sheet flashing for sandwich panel. Polyester	1.00	0.50	0.005	1,140.00	2.085
QP02000	22.70	m²	Sandwich panel 30mm polyester	1.00	1.00	0.03	1,223.64	36.709
RA00300	0.17	u	Soft solid colour tile 15x15 cm	0.15	0.15	0.01	2,300.00	0.518
WW00300	0.55	u	Special small material	0.10	0.005	0.005	8,004.65	0.020

Table 2. Description of case studies.

	Project N1	Project N2	Project N3
Localization			
Municipality	Carmona	Alcalá de Guadaira	Mairena del Alcor
Plastic	Seville	Seville	Seville
Community	Los Alcores	Los Alcores	Los Alcores
Dimensions			
Floor area (m²)	673.88	464.45	787.90
Number of floors	1	1	1
Total height of building (m)	7.90	8.84	7.50
Total width of building (m)	20.00	10.00	30.10
Constructive features	Heavy slab, continuous trench, metal structure, heavy enclosure executed on site with concrete blocks and sloping sheet metal in roof.	Heavy slab, insulated footing, concrete structure, precast enclosure and sloping roof with sandwich panel.	Semi-heavy slab, piles, metal structure, precast enclosure and sloping roof with precast panels.

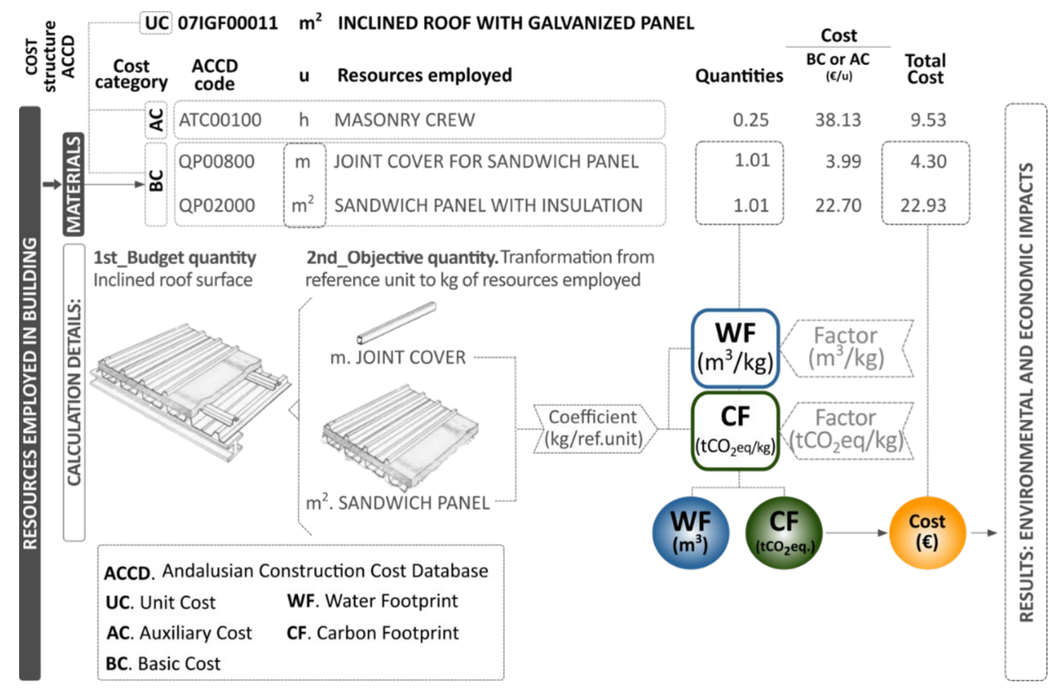

Image 3. The industrial building unit is transformed into environmental impact per work unit.

RESULTADOS / RESULTS

Table 3. Economic and environmental evaluation of the case studies.

Project	N1	N2	N3 (Concrete block)	N3 (Precast concrete)
Budget (€)	181,623	137,964	208,182	190,879
Cost per floor area (€/m²)	230.52	297.05	308.93	283.25
Carbon footprint (tCO_2eq)	271.36	204.043	234.949	232,442
Carbon footprint (tCO_2eq/m^2)	0.34	0.44	0.349	0.35
Water footprint (m³)	8,423	6,778	7,407	7,62
Water footprint (m³/m²)	10.69	14.60	10.992	11.30
CDW (t total)	39,399	29,79	37,870	34,39
CDW (t total/m²)	50.01	64.15	56.198	50.97
% Recyclability of raw materials	64.15	64.12	34.89	64,31
% Recyclability of CDW	49.88	49.19	49.58	49,37
Total working hours	3,618	2,972	3,336	3,095
Total machine working hours	354.72	383.35	148.74	208.35

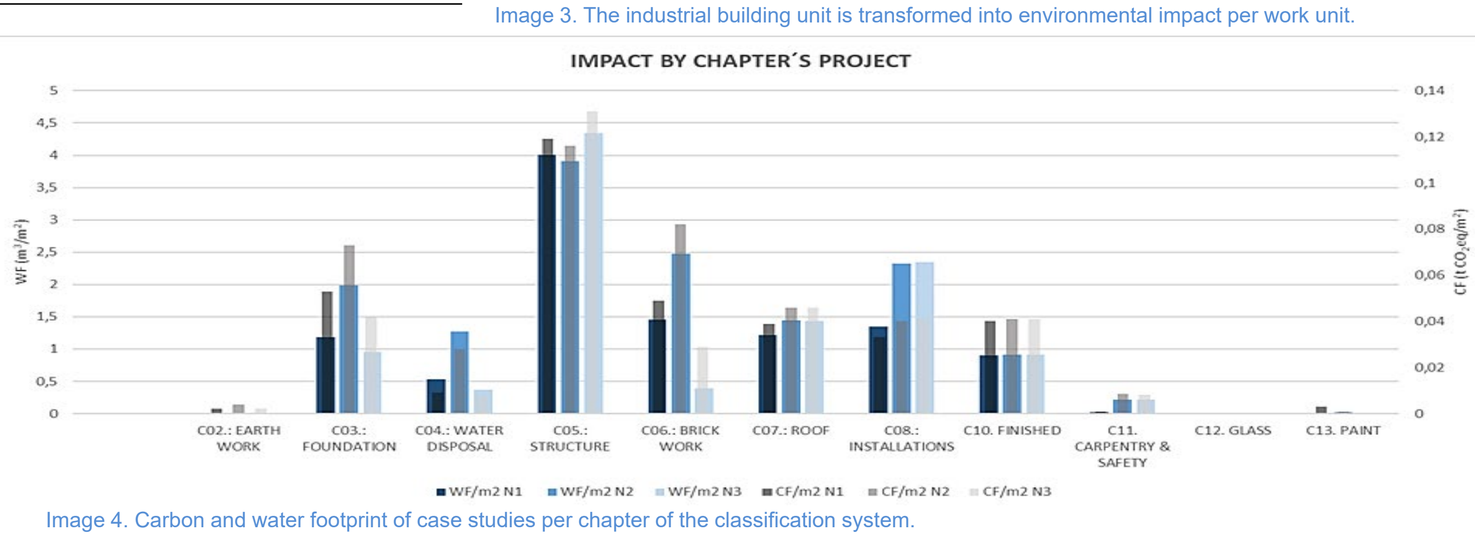

Image 4. Carbon and water footprint of case studies per chapter of the classification system.

Conclusiones

- Se propone una metodología estructurada y sencilla para la evaluación de la construcción de edificios industriales. El análisis comienza con la evaluación de las construcciones típicas o más representativas del área de estudio. Se propone una encuesta para la recolección de datos basada en la clasificación de costos de construcción. Todo esto permite una fácil comparación con otro tipo de edificios. Sin embargo, no siempre el material más consumido es también el más impactante. Ese es el caso de piedras y agregados en términos de CF. Además, los materiales de bajo consumo, como la familia de los plásticos, tienen un alto WF. Los materiales de mayor impacto en los indicadores CF y WF son el cemento y el hormigón, como se esperaba. La segunda es la familia de metales y aleaciones, que se utiliza no solo en la estructura sino también en la cubierta y las instalaciones.
- Debido al alto potencial de reciclaje identificado, se promoverá que las obras futuras incluyan la evaluación del ciclo de vida del edificio y su potencial de reciclaje / reutilización, ya que estos edificios tienen una vida útil corta de 35 años según la legislación española. La evaluación también se puede implantar en el trabajo futuro en BIM.

Financiación: Este trabajo está parcialmente financiado por el proyecto RECOVERIND (2020-1-RO01-KA203-080223), un proyecto ERASMUS + cofinanciado por la Unión Europea y en el marco de una iniciativa de 2020 (KA2, Asociaciones estratégicas en el campo de educación superior), con el apoyo del Servicio Español para la Internacionalización de la Educación (SEPIE, España), y del VI Plan Propio de Investigación y Transferencia del Conocimiento de la Universidad de Sevilla (VI-PPIT US).

Conclusions

- A structured and straightforward methodology is proposed for the evaluation of industrial buildings construction. The analysis starts with the evaluation of typical or most representative constructions in the area of study. A survey is proposed for the data collection based on construction cost classification. All this allows an easy comparison with other types of buildings. However, not always the most consumed material is also the most impacting. That is the case of stones an aggregates in terms of CF. Also, materials with a low consumption, such as the plastics family, has a high WF. The most impacting materials in both CF and WF indicators are cement and concrete, as expected. The second one is the family of metals and alloys, used not only in the structure but also in the roof and installations.
- Due to the identified high recycling potential, it shall be promoted that future works include the evaluation of the building's life cycle and its recycling/reusing potential, since these buildings have a short service life of 35 years according to Spanish legislation. The assessment can also be implanted in future work in building information modelling.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses, or interpretation of data; in the writing of the manuscript, or in the decision to publish the results. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents, which reflect the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.