

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 Ramírez⁴; Andrés Salas Montoya⁵; Javier Cárcel Carrasco^{1,2}; Rut Benavente Martínez^{1,2}
Instituto de Tecnología de Materiales¹; Universitat Politècnica de València²; Universidad La Salle³; Universidad de Guanajuato⁴; Universidad Nacional de Colombia sede Manizales⁵

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 2. Trabajo Interdisciplinario
Image 2. Interdisciplinary work

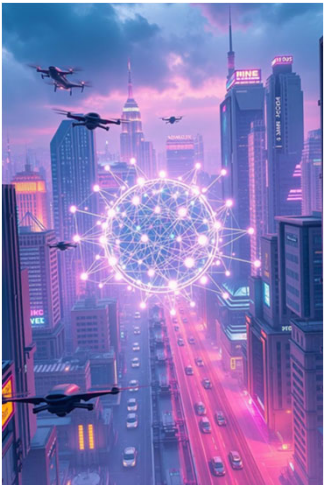


Imagen 1. Imagen de IA simulando transformación urbana
Image 1. Image of AI simulating urban transformation

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.

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

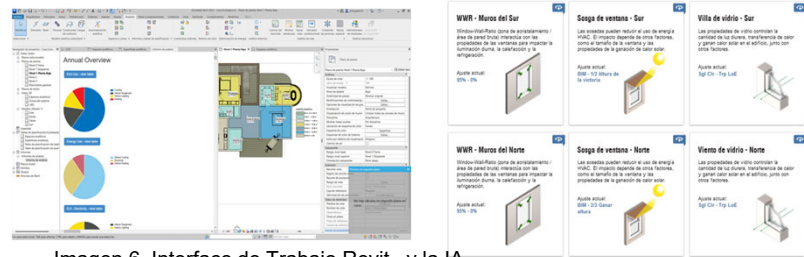


Imagen 6. Interface de Trabajo Revit, y la IA
Image 6. Revit Work Interfaces, and AI

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 passport)
Image 3. Material properties (green passport)

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.

Geolocalización / Geolocation

La materia prima se obtiene mediante geolocalización en herramientas como Harvest Map, ayuda a localizar materiales en un entorno geográfico específico, 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.

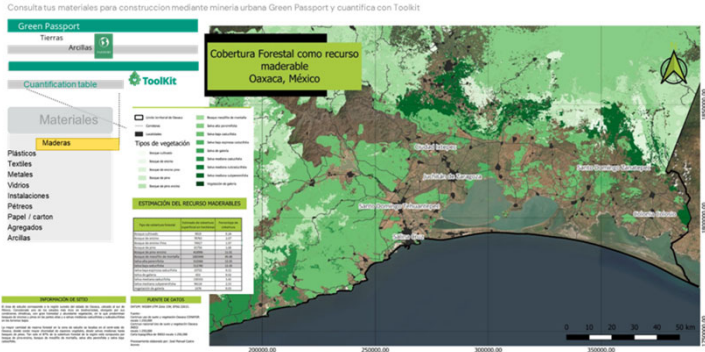


Imagen 4. herramienta Harvest Map
Image 4. Harvest Map tool

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.



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



Imagen 7. IA en Edificios
Image 7 AI in Buildings

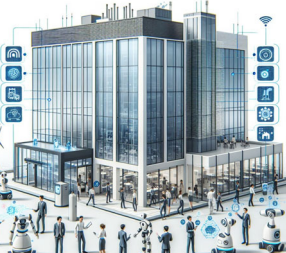


Imagen 8. Edificio Monitoreado por IA
Image 8 AI Monitored Building

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.

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

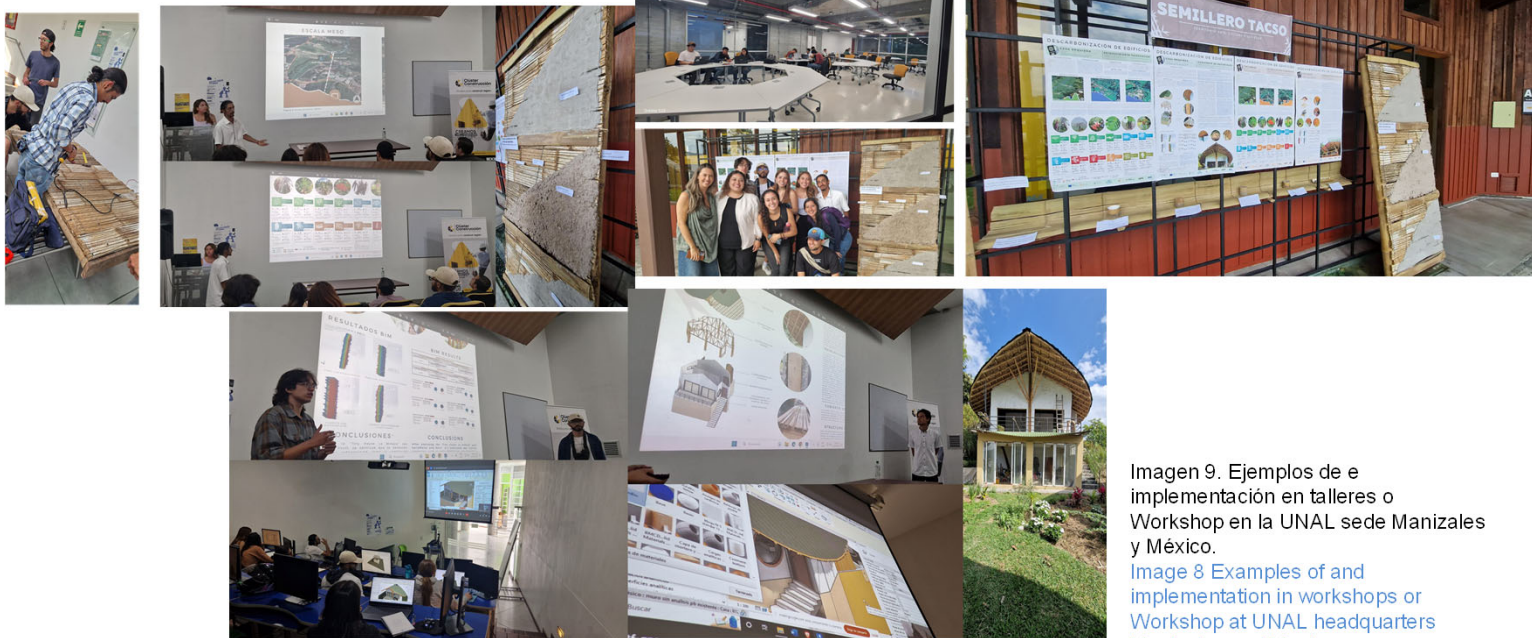


Imagen 9. Ejemplos de e implementación en talleres o Workshop en la UNAL sede Manizales y México.
Image 8 Examples of and implementation in workshops or Workshop at UNAL headquarters Manizales and Mexico.

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>