



GESTION EN EDIFICACION

**B&M**

BUILDING & MANAGEMENT

**BUILDING & MANAGEMENT**  
SEPTEMBER - DECEMBER 2018  
ISSN 2530-8157



# BUILDING & MANAGEMENT

VOLUME 2 ISSUE 3

---

# BUILDING & MANAGEMENT

SCIENTIFIC e-JOURNAL

VOLUME 2 ISSUE 3

SEPTEMBER - DECEMBER 2018



Escuela Técnica Superior de Edificación  
Universidad Politécnica de Madrid

ISSN: 2530-8157

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE EDIFICACIÓN. ETSEM

Avenida de Juan de Herrera, 6, 28040 Madrid  
Phone: 913367611  
www.edificacion.upm.es  
e-mail: bm.edificacion@upm.es

DIGITAL EDITION  
www.polired.upm.es

FRONT AND BACK COVERS IMAGES

Laboratory of the Department of Reinforced Concrete  
and Masonry Structures  
Vilnius Gediminas Technical University  
Lithuania

**BUILDING & MANAGEMENT** is an open access scientific e-journal published every four months that accepts original, high quality and not published manuscripts. The journal scope covers all the phases of the building: project, construction, in-use, maintenance and end-of-life, and comprises a wide range of activities associated with the management of building processes where various agents in the sectors of architecture, engineering and construction participate.

**GESTIÓN EN EDIFICACIÓN** es una publicación científica cuatrimestral en la que se incluyen trabajos originales, de alta calidad, que no hayan sido publicados en otras revistas. Su ámbito abarca todas las fases de proyecto, ejecución, operación, mantenimiento y fin de vida del edificio y comprende un amplio abanico de actividades asociadas a la gestión de los procesos del edificio en las que participan diversos agentes de los sectores de la arquitectura, la ingeniería y la construcción.

The criteria and opinions expressed in this publication are the sole responsibility of the authors. Copyright and intellectual property rights of published documents belong to their authors, who are responsible of the published material copyright.

Los criterios y opiniones expuestos son responsabilidad exclusiva de los autores. Los derechos de autor y la propiedad intelectual del material publicado pertenecen, así mismo, a sus autores, quienes son responsables de los permisos sobre derechos del material publicado.

## EDITOR - IN - CHIEF / DIRECCIÓN DE REDACCIÓN

Immaculada Martínez Pérez Universidad Politécnica de Madrid

## MANAGING EDITOR / SECRETARÍA DE REDACCIÓN

Sonsoles González Rodrigo Universidad Politécnica de Madrid

## ASSOCIATE EDITORS / COMITÉ EDITORIAL

Patricia Aguilera Benito Universidad Politécnica de Madrid, Spain  
Francisco de Borja Chávarri Caro Universidad Politécnica de Madrid, Spain  
Gregorio García López de la Osa Universidad Politécnica de Madrid, Spain  
Julián García Muñoz Universidad Politécnica de Madrid, Spain  
María de las Nieves González García Universidad Politécnica de Madrid, Spain  
Carolina Piña Ramírez Universidad Politécnica de Madrid, Spain  
María Isabel Prieto Barrio Universidad Politécnica de Madrid, Spain  
Mercedes Valiente López Universidad Politécnica de Madrid, Spain

## EDITORIAL ADVISORY BOARD / COMITÉ CIENTÍFICO

Antonio Baño Nieva Universidad de Alcalá, Spain  
Roberto Barrios Corpa Intemac, Spain  
Xavier Brioso Universidad Católica Pontificia de Perú, Lima, Perú  
Daniela Brizuela Valenzuela Universidad Central de Chile, Santiago, Chile  
Álvaro Cerezo Ibarrondo Escuela Vasca EVETU del IVAP, Bizkaia, Spain  
Alfonso Cobo Escamilla Universidad Politécnica de Madrid, Spain  
Miguel de Diego Elvira IDOM, Spain  
Luis de Pereda Fernández Eneres / Instituto Europeo de Innovación, Spain  
Emmanuel Dufresnes Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Strasbourg/  
Ministère de la Culture et de la Communication, France

Jesús Esteban Gabriel Grupo SGS, Madrid, Spain  
Ignacio Fernández Solla ARUP, Spain  
José Antonio Ferrer Tevar CIEMAT, Spain  
George Govaere Vicarioli Universidad Costa Rica, Costa Rica  
Helena Granados Menéndez Consejo Arquitectos/ Comisión Europea  
Louis Gunnigan Dublin Institute of Technology, Ireland  
Sara Gutiérrez González Universidad de Burgos, Spain  
Héctor Hernández López Universidad Central de Chile, Santiago, Chile  
Marta Kosior-Kazberuk Bialystok University of Technology, Poland  
Sandra Llorente Monleón Conspace. Vía Célere, Spain  
Oscar López Zaldivar Universidad Politécnica de Madrid, Spain  
Fernando Machado Martín UNE. Asociación Española de Normalización, Spain  
Fernando Martín Consuegra Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja  
M<sup>a</sup> Dolores Martínez Aires Universidad de Granada, Spain  
Francisco J. Martínez Montesinos Universidad Católica de Murcia, Spain  
Juan Manuel Medina Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia  
M<sup>a</sup> del Pilar Mercader Moyano Universidad de Sevilla, Spain  
Trevor Mole Property Tectonics/Salford University, Manchester, UK  
Fernando Moral Andrés Universidad Nebrija, Madrid, Spain  
M<sup>a</sup> Isabel Pérez Millán Universidad Católica de Murcia, Spain  
Rudy Piedra Mena Universidad Costa Rica, Costa Rica  
Carlos J. Pampliega Project Management Institute Madrid, Spain  
Mara Rodríguez Hermida Instituto Tecnológico de Galicia / BREAM, Spain  
Ángel Rodríguez Saiz Universidad de Burgos, Spain  
María Segarra Cañamares Universidad de Castilla la Mancha, Spain  
Begoña Serrano Lanzarote Instituto Valenciano de Edificación/  
Universidad Politécnica de Valencia, Spain

Acerta, Madrid, Spain  
Patricia del Solar Serrano Universidad Politécnica de Madrid, Spain  
Ricardo Tendero Caballero Universidad de Castilla la Mancha, Spain  
Nelia Valverde Gascueña Universidad Politécnica de Madrid, Spain  
Amparo Verdú Vázquez

## SUMMARY

<b>EDITORIAL: ORGANIZACIONAL AGILITY IN THE CONSTRUCTION SECTOR</b> AGILIDAD ORGANIZACIONAL EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN Carlos Pampliega	<b>1</b>
--	----------

## ARTICLES

---

<b>SUSTAINABILITY ANALYSIS OF A COLONIAL VERNACULAR HOUSING IN THE HISTORICAL CENTER OF LIMA</b> ANÁLISIS DE LA SOSTENIBILIDAD DE UNA VIVIENDA VERNÁCULA COLONIAL EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LIMA Yesenia Kim Guzmán Quintana, Juan Antonio Ramírez-Sáenz, Juan Martín Gómez-Sánchez, José Luis Ponz-Tienda, Juan Pablo Romero-Cortés & Laura Gutiérrez-Bucheli	<b>8</b>
<b>INTEGRATION OF THE BIM EXECUTION PLAN WITH THE GUIDE TO THE PROJECT MANAGEMENT BODY OF KNOWLEDGE (PMBOK®) OF PMI (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE)</b> INTEGRACIÓN DEL PLAN DE EJECUCIÓN BIM CON LA GUÍA PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS (PMBOK®) DE PMI (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE) Delmiro Cajade Sánchez & Patricia del Solar Serrano	<b>24</b>
<b>PROCESS OF THE LEGALIZATION OF CAVE-HOUSE AS HOUSE</b> PROCESO PARA LA LEGALIZACIÓN DE UNA CASA CUEVA COMO VIVIENDA Luis Jiménez López	<b>33</b>
<b>PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIPS IN THE REAL ESTATE SECTOR IN COLOMBIA: RISK ASSESSMENT MATRIX AND RISK ALIANZAS PÚBLICO PRIVADAS EN EL SECTOR INMOBILIARIO EN COLOMBIA: UNA PROPUESTA DE MATRIZ Y ASIGNACIÓN DE RIESGOS</b> Daniela González, Laura Gutiérrez-Bucheli, José Luis Ponz-Tienda & Mateo Bonilla	<b>44</b>
<b>MANAGEMENT OF ENTOMOFAUNA IN BUILDING AS INDICATOR OF SYMPTOMS OF PATHOLOGICAL STATES. II- GENUS <i>BLAPS</i></b> GESTIÓN DE LA ENTOMOFAUNA EN EDIFICACIÓN COMO INDICADOR DE SÍNTOMAS DE ESTADOS PATOLÓGICOS. II — GENERO <i>BLAPS</i> Gregorio García López de La Osa, Javier Losada Sanz, Sara Rodríguez de La Sarmantina Fikkers & Estanislao Moreno De Simón	<b>56</b>
<b>IMPLEMENTATION OF BIM IN INFRASTRUCTURE: THE NEED TO ADDRESS IT FROM THE PUBLIC SECTOR</b> IMPLEMENTACIÓN DE BIM EN INFRAESTRUCTURA: LA NECESIDAD DE ABORDARLO DESDE EL SECTOR PÚBLICO Santiago Alsina-Saltarén, José Luis Ponz-Tienda, Laura Gutiérrez-Bucheli & Mónica Sierra-Aparicio	<b>62</b>

## INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

**73**

---

### DIGITAL EDITION

A digital version of this issue is available to readers, accessible and downloadable at <http://polired.upm.es/index.php/bm/issue/archive> of the journal.

Existe a disposición de los lectores una versión digital del presente número, accesible y descargable en: <http://polired.upm.es/index.php/bm/issue/archive> of the journal.

---

# EDITORIAL

BUILDING & MANAGEMENT

MAY - AUGUST 2018

<http://dx.doi.org/10.20868/bma.2018.3.3837>

CARLOS J. PAMPLIEGA

## BUILDING & MANAGEMENT

ORGANIZACIONAL AGILITY IN THE  
CONSTRUCTION SECTOR

AGILIDAD ORGANIZACIONAL EN EL SECTOR DE LA  
CONSTRUCCIÓN

**"WE NAME ORGANIZATIONAL AGILITY TO AN ORGANIZATION CAPACITY TO QUICKLY DETECT AND RESPOND TO CHANGES IN THE MARKET, ADDING VALUE TO THE CUSTOMER IN A CONTINUOUS WAY"**

Innovations in a sector not always come due to the more visible and positioned agents. All the sectors they face new launches, sometimes pushed by companies that, a priori aren't considered as primary lead references in that economy.

In previous weeks *Airbnb*, a company that wasn't considered a competitor in the building market, as we know, has made an announcement which didn't let aware the CEOs from traditional building and promoting companies. Joe Gebbia, cofounder and responsible from new products' development in the company has announced that *Airbnb* next service would be have to do with architecture and urban planning. They want to be not only the reference in the temporal lodgment service, but also they want to become an agent that builds and promotes the real housing.

The *Airbnb*'s new project is named *Backyard*, and it is an effort to design and prototype new ways of building sharing homes. The main advantage from *Airbnb* to face this initiative is its digital platform. The knowledge shared by its big community that keeps researching in a practical way how is the use of the houses: preferences, ways, and types of application from the spaces destined to temporary hiring of living areas.

Thanks to this direct contact with the user through their platform, they are the first to access to this valuable information: "*Backyard* investigates how buildings could utilize

**"DENOMINAMOS AGILIDAD ORGANIZACIONAL A LA CAPACIDAD DE UNA ORGANIZACIÓN PARA DETECTAR Y RESPONDER RÁPIDAMENTE A LOS CAMBIOS DEL MERCADO, APORTANDO VALOR AL CLIENTE DE FORMA CONTINUADA"**

Las innovaciones en un sector no siempre vienen dadas por los agentes más visibles y posicionados. Todos los sectores afrontan nuevos lanzamientos, a veces impulsados por empresas que a priori no se considerarían referentes principales de esa economía.

En las últimas semanas *Airbnb*, una empresa que en principio no se considera un competidor en el mercado de la construcción propiamente dicho, ha hecho un anuncio que no ha dejado indiferente a los directivos de constructores y promotores tradicionales. Joe Gebbia, cofundador y responsable de desarrollo de nuevos productos y servicios de la compañía, ha anunciado que el próximo servicio de *Airbnb* podría estar relacionado con la arquitectura y la planificación urbana. No solo quieren ser el referente en el servicio de provisión de alojamiento temporal, sino que quieren convertirse también en el agente que construya y proporcione la propia vivienda.

El nuevo proyecto de *Airbnb* se denomina "*Backyard*", y se trata de un esfuerzo por diseñar y prototipar nuevas formas de construcción de casas compartidas. La principal ventaja de *Airbnb* para afrontar esta iniciativa es su plataforma digital. El conocimiento compartido por una gran comunidad que lleva "investigando" en la práctica cómo es el uso actual de las viviendas: preferencias, costumbres y usos de espacios destinados al alquiler temporal de espacios habitables.

Gracias a este contacto directo con los usuarios a través de su plataforma, son los primeros que acceden a esta valiosa in-

sophisticated manufacturing techniques, smart-home technologies, and gains vast insight from the *Airbnb* community to thoughtfully respond to changing owner or occupant needs over time," Gebbia says.

Tendency is growing in a temporary renting market for living spaces. Even if each time there is more common a construction with communal spaces or sharing spaces, co-living, as the Yoshino Cedar house, that was the very first building that *Airbnb* built for its own, adapting it to its hiring business model of hiring-for-use. New users' changing needs reconfigure the future housing in a way that we aren't used to.

*Backyard* name could seem a reference to the living prefab module development to be installed in your own backyard. Projects for secondarily small constructions for guests or temporary renting. Nevertheless they are not going to prefab small modules. The project is more complex as could be expected in a pre-industrialized housing model. Gebbia states: "*Backyard* is not a house, it is an initiative to rethink the housing. Houses are complex, and we are adopting a wide focus, not only designing a thing, but a system that could make many things".

*Backyard* vision is to give an answer to the needs and changing ways from a real estate market each time more dynamic and with more complex and adaptable habitational solutions. It will be more a system that can adapt itself to particular contexts depending on each need, more than a perfectly pre-industrialized or prefab construction.

This is the model many related-to-innovation startups are in. *Backyard* born as a business unit in the "back side" of *Airbnb*, in its backyard, from where it gets its name. "The project was born in an office outside the *Airbnb* headquarters", says Gebbia. "We always felt as if we were in the backyard of *Airbnb*, fiscally and conceptually, so we started to call the project that way".

Other companies which businesses models are not straight to building are developing projects that hit this market in the same way. IKEA has developed the Building Blocks project together with two architecture students to rise a open source house to its prefab, packaging and installation way. This open-to-everyone design has been elaborated so the house could rise in a flexible way in different regions around the world in an economic and versatile manner.

We will have to get used to the presence of new and more technological agents and get used to the agility of the market. The technology, the digital revolution and the construction 4.0 building model are transforming the real estate market, which respect to its business model and productive processes, and to its adaptation to new and more demanding clients' requests, be more informed and with increased power to participate in the decision-taking thanks to technology.

We are conscious about the digital revolution, the construction

formación: "*Backyard* investiga cómo se podrían utilizar nuevas tecnologías de construcción o pre-industrialización, hacer las casas más inteligentes usar tecnologías de hogares inteligentes y obtiene una vasta visión de la comunidad de *Airbnb* para responder a las necesidades cambiantes de propietarios u ocupantes a lo largo del tiempo", comenta Gebbia.

La tendencia es creciente en un mercado de alquiler temporal de partes de una vivienda. Incluso cada vez son más comunes las construcciones con espacios comunes o espacios compartidos, co-living, como la casa Yoshino Cedar, que fue el primer edificio que construyó directamente *Airbnb* adaptándolo a su negocio de alquiler por uso. Las necesidades cambiantes de los usuarios reconfiguran las viviendas del futuro en una forma a la que no estamos acostumbrados.

El nombre de "*Backyard*" puede parecer una referencia al desarrollo de módulos habitacionales prefabricados que se instalasen en el patio de tu casa. Proyectos de pequeñas construcciones secundarias para invitados o alquiler temporal. Sin embargo no sólo van a prefabricar pequeños módulos. El proyecto es más complejo de lo que cabría esperar de un modelo de pre-industrialización de viviendas. Gebbia comenta: "*Backyard* no es una casa, es una iniciativa para repensar la casa. Las casas son complejas y estamos adoptando un enfoque amplio, no solo diseñando una cosa, sino un sistema que puede hacer muchas cosas".

La visión de *Backyard* es dar respuesta a las necesidades y costumbres cambiantes de un mercado inmobiliario cada vez más dinámico y con soluciones habitacionales más complejas y adaptables. Será más un sistema que pueda adaptarse a contextos particulares dependiendo de cada necesidad, más que una construcción perfectamente pre-industrializada o prefabricada.

Éste es el modelo de muchas startups relacionadas con la innovación. *Backyard* nace como una unidad de negocio en la parte de atrás de *Airbnb*, en su patio trasero, de ahí su nombre. "El proyecto nació en un estudio fuera de la sede de *Airbnb*", dice Gebbia. "Siempre nos sentimos como si estuviéramos en el patio trasero de *Airbnb*, física y conceptualmente, y comenzamos a referirnos al proyecto de esa manera".

Otras empresas cuya línea de negocio no es directamente la construcción, están desarrollando proyectos que impactan del mismo modo en este mercado. IKEA ha desarrollado el proyecto Building Blocks junto con dos estudiantes de arquitectura para crear una casa de código abierto para su prefabricación, empaquetado e instalación. Este diseño de dominio público ha sido elaborado para que la casa pudiera levantarse de forma flexible en distintas regiones del mundo de una forma económica y versátil.

Nos tendremos que acostumbrar a la presencia de nuevos agentes más tecnológicos y acostumbrados a la agilidad del mercado. La tecnología, la revolución digital y la construcción 4.0 están transformando el mercado inmobiliario, tanto en lo que respecta a su modelo de negocio y a sus procesos productivos, como a su adaptación a las nuevas demandas de unos clientes cada vez más exigentes, más informados y con mayor poder de participar en la toma de decisiones gracias

4.0 building model and the possibilities that they offer to the building sector. But I'm not quite sure that we could visualize the impact that technology will have in the cultural, social and business processes. Companies like *Airbnb*, that were born as a digital product could have more vision in the sense of a sector that historically has shown tough to changes, as a reflex of materiality and the weight of the bricks with which we build.

The change is inevitable, and it could come from many sources, as the rising of new competitors, the development of technologies that are rapidly affecting to the industry, or sudden changes in general terms of the market. Keeping a high degree of adaptability and agility assures a capability to react with success to the unexpected challenges.

We name Organizational Agility to the organization ability to detect and respond fastly to changes in the market, adding value to the client in a continuous way. This is not a tendency that we could consider in the future. The number of new initiatives and solution launches has been increasing in the last twenty years in a 5 per cent rate, as shown in the *Decision Latency Theory* by Jim Johnson.

Neither is a scale problem, because all organizations, whether are small local SMEs or big multinationals they need people who understand the value of agility for the business' success. The majority of the business' executives believe that organizational agility is a basis for entrepreneurial success. In addition, the Agility level in an organization could be the more influent factor in the general success than the project's focus.

Aligned with this, the Project Management Institute, PMI has produced an "*Pulse of the Profession In-Depth report: Organizational Agility*" about how agility is impacting the entrepreneurial success and how to increase that capacity. Those organizations that declared an increase in the launches success of new projects and product in the market they achieve it thanks to higher flexibility conditions, converting them in better competitors.

The role of Organizational Agility as support to competitiveness its gather too in a survey made by McKinsey consultancy firm. Nine up to ten executives from all the regions and manufacturing sectors they considering organizational agility as one of the factors that are increasingly critical to the business success.

In addition, 90 per cent of respondent executives by The Economist Intelligence Unit graded the organizational agility as vital to the entrepreneurial success. Half of the whole CEOs and CIOs match in that the decision-making and its more quickly implementation are more important to the competitive position of a company results.

Organizational Agility not only keeps the competitiveness, but it straightly affects to the income statement. The Massachusetts

a la tecnología.

Somos conscientes de la revolución digital, la construcción 4.0 y de las posibilidades que ofrece para el sector de la construcción. Pero no estoy tan seguro de que podamos visualizar el impacto que la tecnología tendrá en los procesos culturales, sociales y de negocio. Empresas como *Airbnb*, que nacieron como un producto digital, puede que tengan más visión en este sentido de un sector que históricamente se ha mostrado resistente a los cambios, reflejo de la materialidad y el peso de los propios ladrillos con los que construimos.

El cambio es inevitable y puede provenir de muchas fuentes, como el surgimiento de nuevos competidores, el desarrollo de tecnologías que están afectando rápidamente a la industria, o cambios repentinos en las condiciones generales del mercado. Mantener un alto grado de adaptabilidad y agilidad garantiza la capacidad de reaccionar con éxito ante estos desafíos imprevistos.

Denominamos Agilidad Organizacional a la capacidad de una organización para detectar y responder rápidamente a los cambios del mercado, aportando valor al cliente de forma continuada. Esta no es una tendencia que podamos considerar de futuro. El número de lanzamientos de nuevas iniciativas y soluciones se ha incrementado en los últimos veinte años en un cinco por ciento según el estudio *Decision Latency Theory* de Jim Johnson.

Tampoco es un problema de escala, ya que todas las organizaciones, ya sean pequeñas pymes locales o grandes multinacionales, necesitan personas que entiendan la importancia de la agilidad para el éxito general. La gran mayoría de los ejecutivos de negocios creen que la agilidad organizacional es fundamental para el éxito empresarial. Además, el nivel de agilidad de una organización puede ser un factor más influyente en el éxito general que el enfoque del proyecto.

En esta línea, el Project Management Institute, PMI elaboró el informe "*Pulse of the Profession In-Depth Report: Organizational Agility*" sobre cómo la agilidad está impactando el éxito empresarial y cómo incrementar esta capacidad. Aquellas organizaciones que declaraban un aumento en el lanzamiento exitoso de nuevos proyectos y productos al mercado lo lograban gracias a unas condiciones de mayor flexibilidad, convirtiéndolas en mejores competidores.

El papel de la agilidad organizativa como soporte a la competitividad lo recoge también una encuesta realizada por la consultora McKinsey. Nueve de cada diez ejecutivos de todas las regiones y sectores industriales, consideran la agilidad organizacional como un factor cada vez más crítico para el éxito del negocio.

Además, casi el 90 por ciento de los ejecutivos encuestados por The Economist Intelligence Unit calificó la agilidad organizacional como vital para el éxito empresarial. La mitad de todos los CEOs y los CIO coinciden en que la toma de decisiones y su consiguiente ejecución más rápidas son importantes para la posición competitiva de una empresa.

La agilidad organizacional no sólo mantiene la competitividad, también afecta directamente a la cuenta de resultados.

Technological Institute (MIT) suggests that the much agile companies increase their incomes up to a 37 per cent faster and they generate a 30 per cent more revenue than less agile companies.

In addition to economical growing, the adaptability and the bigger products and service launching capacity with better success probabilities, the organizational agility involves a cultural change inside the organization. This implies that related to people, professional and user factors are the more determining.

The Organizational Agility study showed how the companies were addressing a cultural and business processes change lead to three fundamental axes:

In the first place, boosting a major Change Management to better adapt themselves to the market needs. The effective organizations in change management are more agile, not only reducing the impact of changes coming from external factors, but for their higher capacity to capitalize the opportunities that can emerge, such as new technologies, new clients, etc.

Where it is observed a higher advantage referred to Change Management is in the capacity to detect and evaluate changes in the environment and market. As Backyard, the Airbnb department in charge of detect new needs that can be translated into new products and services is a key element to be aware of that changes. Transform the information that collect that technological or trends observatories, to action lines, proposals and projects has to be with the third axe to be develop.

The second axe to consider in that the change towards agility is a more effective and collaborative way of Risk Management. When organizations are required to take fast decisions, sometimes they could lose control. The effective risks management helps executives and projects leaders to identify and relive the factors that could block the success.

In risk management in the building sector, the real state companies are considering the final user as a concerned interested party of the projects. Concepts as Customer Centric, Target Value Design or IPD are each time more common in new projects conception. The early cooperation with the rest of the interested parties on the project make easy to identify and mitigate risks, prior to starting the building phase. In the same way the final user has an increasingly decision capacity related to his house's project. Thanks to technology we can involve the end user in the project.

The third application axe is an increased use of standardized project, program and portfolio practices. Managers from all the companies have only one thing in mind, acting rapidly to face changing economic conditions, requests and priorities from the organization. But strategy management and prioritization of which projects to start and when to do it only can be made from a professional and standardized

El Instituto de Tecnología de Massachusetts sugiere que las empresas más ágiles aumentan sus ingresos un 37 por ciento más rápido y genera un 30 por ciento más de ganancias que las compañías menos ágiles.

Además del crecimiento económico, la adaptabilidad y la mayor capacidad de lanzamiento de productos y servicios con mejores probabilidades de éxito, la agilidad organizacional conlleva un cambio cultural dentro de las organizaciones. Esto implica que los factores relacionados con las personas, profesionales, usuarios, etc, son los más determinantes.

El estudio *Organizational Agility* mostraba cómo las empresas estaban abordando un cambio cultural y de procesos de negocio dirigido a tres ejes fundamentales:

En primer lugar, potenciando una mejor Gestión del Cambio para adaptarse mejor a las necesidades del mercado. Las organizaciones eficaces en la gestión del cambio son más ágiles, no solo reduciendo el impacto de cambios provenientes de factores externos, sino también por su mayor capacidad para capitalizar las oportunidades que se puedan presentar, como nuevas tecnologías, nuevos clientes, etc.

Donde se observa una mayor ventaja en cuanto a la Gestión del Cambio es en la capacidad de detectar y evaluar cambios en el entorno y el mercado. Como muestra el ejemplo de *Backyard*, el departamento de *Airbnb* dedicado a observar nuevas necesidades que se traduzcan en nuevos productos y servicios es un elemento clave para estar atento a estos cambios. Transformar la información que captan estos observatorios tecnológicos o de tendencias, en líneas de acción, propuestas y proyectos tiene que ver con el tercer eje a desarrollar.

El segundo eje a considerar en este cambio hacia la agilidad es una Gestión de Riesgos más efectiva y colaborativa. Cuando las organizaciones se ven obligadas a tomar decisiones rápidas, a veces pueden perder el control. La gestión eficaz de riesgos ayuda a los ejecutivos y líderes de proyectos a identificar y mitigar los factores que podrían evitar el éxito.

En la gestión de riesgos de proyectos en el sector de la construcción, las empresas inmobiliarias están considerando como interesado activo al propio usuario final de los proyectos. Conceptos como Customer Centric, Target Value Design o IPD son cada vez más habituales en la concepción de nuestros proyectos. La colaboración temprana con el resto de interesados del proyecto facilita la identificación de la mayor parte de riesgos, y su mitigación o eliminación antes de comenzar la fase de construcción. Del mismo modo, el propio usuario final tiene cada vez más capacidad de decisión respecto al proyecto de su vivienda, y gracias a la tecnología, podemos hacerle partícipe del proyecto.

El tercer eje de aplicación es un mayor uso de prácticas estandarizadas en la gestión de proyectos, programas y portafolios. Los directivos de todas las empresas sólo tienen una cosa en mente, actuar rápido frente a las condiciones cambiantes económicas, demandas y prioridades de la propia organización. Pero la gestión de la estrategia y la priorización de qué proyectos poner en marcha y en qué momento sólo se puede realizar desde una perspectiva profesional y estandarizada.



perspective. A solid base in projects, programs and portfolio management is essential.

“When an organization grew in terms of projects and people, knowing more about the state of the projects became a problem...”, this is a claim that a manager from a fast growing company addressed me recently.

When organizations standardize project management across all the departments, they declare being three times more agile and competitive than those which are not doing. This third transformation is transversal to all the departments. Ultimately it is about transforming the organization to be able to work in a base of projects, as in adaptative and agile frames whether traditional or predictive. It is specially referred to portfolio management and the company strategy based on projects executing.

One of the factors that companies name as a positive value because of his contribution to agility is the application of concepts from adaptative projects, even applied to portfolio management. The iterative techniques in project management set the focus on the addition of value to the client, shortening delivery deadlines.

Program management is a constant request in the building sector and the innovation should be too. We must change the concept “Innovation Project” to “Innovation Program”, in which we could manage different projects that we will activate or keep in standby according to the business needs. Which much shorter projects, manageable, less risky and added value much sooner from this set to market. This obeys to the simplicity principle from agile environments, where prototyping creation and proposed solution feedback recovery requires the creation of fastly executed deliveries.

Building’s sector companies must assume this cultural change and promote this transformation. Set it in practice is more complex, particularly if our organizations are firmly set and motionless, as the buildings they build.

In the past Project Management Institute global Congress 2018 celebrated in Los Angeles, Professor Julio Carazo led a workshop in which professionals who were divided in sectors studied different strategies that companies are using these days to face the agile transformation. If so the obtained results varied to sectors and especially by companies’ size, in the same workshop held in Madrid we achieved some conclusions related the building sector and engineering.

Between the strategies used by companies, outsourcing services from other companies to transform and complete a real need, typically a consultancy firm, is the more used one. Matching with the tendency it is observed in other sectors it hopes that is going to happen an even bigger development in outsourcing in the future, especially by the technical nature and the challenges that companies are facing. Thinking, for example in the outsourcing services related with new

Es imprescindible una base sólida en gestión de proyectos, programas y carteras de proyectos.

“Cuando la organización creció en términos de proyectos y personas, saber más sobre el estado de los proyectos llegó a ser un problema...”, es una queja que me trasladó recientemente un directivo de una empresa en rápido crecimiento.

Cuando las organizaciones estandarizan la gestión de sus proyectos a través de todos los departamentos, declaran ser tres veces más ágiles y competitivas que aquellas que no lo hacen. Esta tercera transformación es transversal a todos los departamentos. En definitiva, transformar la organización para poder trabajar en base a proyectos. Nos referimos en este punto a prácticas estandarizadas en gestión de proyectos, tanto dentro de marcos ágiles, como tradicionales o predictivos. Pero especialmente a lo referido a la gestión de portafolios y ejecutar la estrategia de la empresa en base a proyectos.

Uno de los factores que las empresas valoran más positivamente por su aporte a la agilidad es la aplicación de conceptos propios de los proyectos adaptativos y por iteraciones, incluso aplicados a la gestión de portafolios. Las técnicas iterativas de gestión de proyectos ponen el foco en el aporte de valor para el cliente, acortando los plazos y los hitos de las entregas.

La gestión de programas es una demanda constante en el sector de la construcción, y también debería serlo en la innovación. Debemos cambiar el concepto Proyecto de Innovación por Programa de Innovación, en el que podremos gestionar distintos proyectos que activaremos o reservaremos en función de las necesidades de negocio. Con proyectos mucho más cortos, manejables, menos arriesgados y que aporten valor mucho antes en su puesta en mercado. Esto obedece al principio de simplicidad propio de entornos ágiles, donde la creación de prototipos y la captación de feedback de la solución propuesta requiere la creación de entregables rápidamente ejecutados.

A las empresas del sector de la construcción no les queda más remedio que asumir este cambio cultural y promover esta transformación. Ponerlo en práctica es más complejo, especialmente si nuestras organizaciones están tan firmemente asentadas e inmóviles como los edificios que construyen.

En el pasado Congreso Global del Project Management Institute 2018 celebrado en Los Ángeles, el profesor Julio Carazo dirigió un taller en el que profesionales divididos por sectores estudiaban las distintas estrategias que las empresas están utilizando actualmente para afrontar esta transformación ágil. Si bien los resultados obtenidos varían por sectores y especialmente por el tamaño de las empresas, en el mismo taller realizado en Madrid sacamos algunas conclusiones respecto del sector de la construcción y la ingeniería.

Entre las estrategias utilizadas por las empresas, subcontratar los servicios de otra empresa para transformar o suplir una necesidad actual, típicamente una consultora, es la más utilizada por las empresas del sector. Coincidiendo con la tendencia observada en otros sectores, se espera que vaya a haber un desarrollo aún mayor de la subcontratación en el futuro, espe-

technologies, as blockchain, big data, etc. as elements of innovation and organizational transformation. Applying a new technology to a defined project could lead to a non acceptable risk to any given company due to its lack of experience and skilled human resources.

Both in small and medium companies, that have not enough specialized professionals as the bigger ones, the solution of an external consultancy for this kind of specialized services is the more requested because its immediacy and its efficiency in the short term. Nevertheless, this is the transformational process that less hold and involve the own staff. If the organizational agility means transform people, this in not a sustainable solution in that sense.

A less used option is to hire a project manager to lead a transformation program. Hiring external agents whether to lead a transformation project or to facilitate that change as external experts it is not a very requested option in companies these days. It is not considered a cheap solution, although it is effective, and could create a certain culture in the long term if they involve the company own staff.

A variation of the prior method that improves the empowering parameters and involvement is hiring an expert facilitator in that matter or "subject matter expert". It is discerned from the previous method because in this process the facilitator plans the questions but involves the organization to find the answers.

Apart from outsourcing, training is a traditional process to contribute to the skills needed to transform organizations. In some special cases related with technology, as the development of BIM environments inside an organization, companies are still preferring more rapid and efficient solutions in the short term moving to other solutions such as outsourcing or external project management.

Companies are becoming clearer that the human factor is key to change their culture in this transformation process. Emotional intelligence, empathy, cooperation, leading and negotiation skills are human factors that cannot be replaced by any machine or AI.

Following the results of the a forementioned workshop the more effective process to enable the interpersonal and leadership skills would be coaching. The professionals at the construction sector considered that the focus in changing organizational culture coaching is the more effective solution in the long term. Considered expensive because of the long returning investment period, it is the solution that creates more involvement in teams. To the companies boarded in a transformation process, this system represents the more desirable way due to the implications on a human level as a fundamental ingredient of organizations. Although it is expected that in the future it will be widely used at all the levels, these days this is the less used method, exclusively addressed to training management positions and companies heads.

cialmente por la naturaleza técnica y los desafíos a los que se enfrentan las empresas. Pensando, por ejemplo, en la subcontratación de servicios relacionados con nuevas tecnologías, como blockchain, big data, etc. como elemento de innovación y transformación organizacional. Aplicar una tecnología nueva a un proyecto concreto puede suponer un riesgo inasumible para cualquier empresa debido a su falta de experiencia y de capital humano especializado.

Tanto las pequeñas y medianas empresas, que no tienen suficiente fuerza productiva especializada, como en grandes organizaciones, la solución de consultoría externa para este tipo de servicios muy especializados, es la más demandada por la inmediatez y la efectividad a corto plazo. Sin embargo, es el proceso transformacional que menos engancha e involucra al personal interno. Si la agilidad organizacional representa transformar a las personas, ésta no es la solución más sostenible en ese sentido.

Otra opción menos utilizada es la contratación de un project manager para dirigir un proyecto de transformación. Contratar a agentes externos ya sea para liderar un proyecto transformacional o para facilitar ese cambio como expertos externos no es una opción muy demandada actualmente por las empresas. No se considera una solución barata, aunque sí efectiva, y puede generar cierta cultura a largo plazo si involucran a las personas internas.

Una variante de la modalidad anterior que mejora en los parámetros de empoderamiento e involucramiento, es la contratación de un facilitador experto en la materia o *subject matter expert*. Se distingue del anterior en que en este proceso, el facilitador plantea las preguntas, pero involucra a la organización para encontrar las respuestas.

Aparte de la subcontratación, la formación es el proceso tradicional para aportar los *skills* o habilidades necesarias para transformar las organizaciones. En casos concretos relacionados con la tecnología, como el desarrollo de entornos BIM dentro de una organización, las empresas siguen prefiriendo soluciones más rápidas y eficaces a corto plazo, desplazándose hacia soluciones como la subcontratación o el project manager externo.

Las empresas cada vez tienen más claro que en este proceso de transformación el factor humano es clave para cambiar su cultura. La inteligencia emocional, empatía, colaboración, la capacidad de liderazgo y negociación son factores humanos que no podrán ser sustituidos por ninguna máquina o inteligencia artificial.

Según los resultados del citado taller, el proceso más efectivo para la capacitación en habilidades interpersonales y de liderazgo sería el coaching. Los profesionales del sector consideraron el coaching orientado a cambiar la cultura organizacional como la solución más efectiva a largo plazo. Considerada cara precisamente por el largo plazo de retorno de la inversión, es la solución que más enganche genera en los equipos. Para las empresas embarcadas en un proceso de transformación, este sistema representa el vehículo más deseable por las implicaciones a nivel humano como ingrediente fundamental de las organizaciones. Aunque se espera que en el

The choice of the different ways to face the organizational agility depends on the company size, and the internal skills that each organization have, but particularly the precise problem to solve. Whether the solution would be technical to implement a technical innovation, or to enable interpersonal skills to a more productive working environment, this determines which transformational solution would be the more effective.

As conclusion we could say that a larger organizational agility involves a transformation to increase the structures performance, the people and processes of any given company, which definitely leads to a rise in the market competitiveness.

To building sector companies this become obvious when we read news about companies out of the sector that are able to adapt themselves rapidly and sell new services as *Airbnb* is planning.

The Spanish companies in the building sector need a cultural change to adopt more agile and cooperative frameworks, as it was explained in the article published in *Building & Management* by Alfonso Bucero, Miguel Angel Alvarez and myself, "Integrated project delivery, an alternative to the usual form of construction work in Spain":

"A change in the mindset is needed, that involves reconsidering the way of working which we have been engaged for so many centuries, as the only possible paradigm, replace the conflict, as a way of producing construction, through collaboration between all the involved agents in the project."

In a first approach is more important that is gets introduce this behavioral culture in all the implied parts in the process of building, that the develop of related techniques that will come next.

How we reach the organizational agility will be the main task for the organizations in the future. We must seek in our companies' backyard if we are transforming people and processes with more collaborative projects to face the necessary changes

futuro sea ampliamente utilizado a todos los niveles de la organización, en la actualidad es el método menos utilizado, únicamente dirigido a la formación de altos cargos y directivos.

La elección de las distintas modalidades para afrontar la agilidad organizacional depende del tamaño de la empresa, y de las capacidades internas que tenga cada organización; pero especialmente del problema concreto a solucionar. Ya sea la solución técnica para la aplicación de una innovación tecnológica; o adquirir los *skills* interpersonales para un entorno de trabajo más productivo, determinará qué solución transformacional será la más efectiva.

Como conclusiones podemos afirmar que una mayor agilidad organizacional conlleva una transformación hacia un aumento del desempeño de las estructuras, las personas y los procesos de cualquier empresa, lo que en definitiva deriva en un aumento de su competitividad en el mercado.

Para las empresas del sector de la construcción, esto se vuelve obvio cuando leemos noticias sobre empresas ajenas al sector que son capaces de adaptarse rápidamente y vender nuevos servicios como plantea *Airbnb*.

Las empresas españolas en el sector de la construcción necesitan un cambio de cultura para adoptar marcos de trabajo más ágiles y colaborativos, como explicaba en el artículo publicado en *Building & Management* junto con Alfonso Bucero y Miguel Ángel Álvarez, "Métodos Colaborativos. Un Cambio para la construcción en España":

"Un cambio de mentalidad necesario, que pasa por replantearnos la forma de trabajo en la que llevamos tantos siglos empeñados, como único paradigma posible, sustituir el enfrentamiento, como forma de producir la construcción, por la colaboración entre todos los agentes intervinientes en la obra.

En una primera aproximación es más importante que se introduzca esta cultura de comportamiento en todas las partes implicadas en el proceso de la construcción, que el desarrollo de las técnicas correspondientes, que vendrá a continuación."

Cómo alcanzamos la Agilidad Organizacional será el trabajo principal para las organizaciones en el futuro. Deberíamos buscar en el patio de atrás de nuestras empresas si estamos transformando las personas y procesos con proyectos más colaborativos para poder afrontar los cambios necesarios.

# Sustainability analysis of a colonial vernacular housing in the historical center of Lima

## Análisis de la sostenibilidad de una vivienda vernácula colonial en el centro histórico de Lima

YESENIA KIM GUZMAN QUINTANA

Arquitecta por la Universidad Nacional Federico Villareal - UNFV (Perú). [kimguzman1705@gmail.com](mailto:kimguzman1705@gmail.com)

- ◊ Design of vernacular housings oriented to the sustainability and comfort of their inhabitants.
- ◊ Importance of climatic and environmental conditions for the design of a building and its construction.
- ◊ Social, economic, climatic, environmental and architectural aspects are studied with the purpose of determining the contributions of sustainability of this type of housing.

The Historical Center of Lima is part of the urban system of Lima Metropolitana, which houses a set of old and new buildings that have no relation with each other [1], with narrow tattered in bad condition, potholes, gaps and trade conglomerates (computer science, Stationery, luggage making, toys, footwear, restaurants, financial agents, etc.) Because of their revitalization and population growth. In this way, the Historical Center of Lima, has been subjected to various processes of transformation and reinvention throughout history, taking energy, water and food from outside to ensure its operation and the performance of its economic role, transforming these resources, in products, however, its lack of optimization evokes a large amount of waste that deteriorates natural resources and causes harmful side effects, which shows an imbalance in the city. With the objective of the pursuit of sustainability in Lima and the comfort of its inhabitants, an analysis is made of one of its 18th century vernacular housing, from its creation to the present, covering social, economic, climatic, environmental and architectural aspects with the purpose of determining the contributions of sustainability of this type of housing used to a current vernacular housing.

*Sustainability; Climate change; Comfort; The El Niño phenomenon; Adobe; Energy cost; Hemcrete.*

- ◊ Diseño de viviendas vernáculas orientadas a la sostenibilidad y confort de sus habitantes.
- ◊ Importancia de las condiciones climáticas y ambientales para el diseño de un edificio y su construcción.
- ◊ Los aspectos sociales, económicos, climáticos, medio ambientales y arquitectónicos son estudiados para determinar los aportes de sostenibilidad.

El Centro Histórico de Lima es parte del sistema urbano de Lima Metropolitana, el cual alberga un conjunto de edificios antiguos y nuevos que no tienen relación entre sí [1], con angostos jirones en mal estado, baches, huecos y conglomeraciones de comercio (informática, papelería, confección de maletas, juguetes, calzado, restaurantes, agentes financieros, etc.) como consecuencia de su revitalización y crecimiento poblacional. De esta manera, el Centro Histórico de Lima, ha estado sometido a diversos procesos de transformación y de reinención a lo largo de la historia, tomando energía, agua y alimentos de fuera para garantizar su funcionamiento y el desempeño de su papel económico, transformando estos recursos, en productos, no obstante, su falta de optimización evoca en una gran cantidad de desperdicio que deteriora los recursos naturales y causa efectos colaterales nocivos, lo que evidencia un desequilibrio en la ciudad. Con el objetivo de la búsqueda de la sostenibilidad en Lima y el confort sus habitantes, se realiza un análisis de una sus viviendas vernáculas del siglo XVIII, desde su creación hasta la actualidad, abarcando aspectos sociales, económicos, climáticos, medio ambientales y arquitectónicos con la finalidad de determinar los aportes de sostenibilidad que utilizó esta tipología de vivienda a una vivienda vernácula actual.

*Sostenibilidad; Cambio climático; Confort; Fenómeno del niño; Adobe; Costo energético, Hemcrete.*

### 1. REGULACIONES GENERALES

#### 1.1. INTRODUCCIÓN

Como punto de partida, "la sostenibilidad supone la mejora del nivel de vida conforme a la capacidad de carga del medio ambiente natural y urbano. La sostenibilidad implica el consumo de recursos que no supere la capacidad de la naturaleza para reemplazarlos, aborda el mantenimiento de la

biodiversidad, la salud y la calidad de vida en el futuro. La sostenibilidad es un equilibrio dinámico, y un camino en el cual las metas se van articulando a medio y largo plazo, en base a los condicionantes intrínsecos de cada localidad" [2].

En este sentido, la sostenibilidad enfocada en una ciudad metrópoli como lo es Lima, debería reducir la huella ecológica, cerrar ciclos de materia, controlar la densidad urbana. Sin embargo, el aumento poblacional, los cambios climáticos, factores económicos y la improvisación del desarrollo de la urbe, no hacen posible que Lima sea una

ciudad sostenible.

Esto afecta en gran medida la habitabilidad de las edificaciones de Lima, ya que las mismas requieren de una gran demanda de recursos y energía, las cuales generan un gran impacto ambiental en la ciudad [3], por lo que, el diseño, los materiales y el sistema constructivo, en base al entorno físico, clima, costumbres sociales, la economía y diseño arquitectónico deben responder a las condiciones de confort de las personas que habitan en ella.

Por estas razones, la respuesta a esta problemática es evaluar una vivienda vernácula emplazada en el Jirón Junín, en la ciudad de Lima, creada en el siglo XVIII.

Con tipología colonial, construida en una época de bajo consumo de energía y recursos, ya que principalmente, provenían de la madera, molinos de viento y de la tierra.

Se extraerá criterios de diseño utilizados en aquel momento, que permitan dar solución o reducir el problema de sostenibilidad en las viviendas vernáculas actuales en Lima.

## 2. METODOLOGÍA

En la primera parte de este trabajo, se escoge una vivienda vernácula construida en el siglo XVIII en la ciudad de Lima, para luego analizar las variables físicas, climáticas, sociales, económicas, medio ambientales y arquitectónicas que condicionan el diseño y sistema constructivo de aquella vivienda en esa época, comparándola con las mismas variables, pero en la actualidad.

En la segunda etapa, con esta información sintetizada se identificarán patrones y diferencias entre la tipología de vivienda vernácula del siglo XVIII y la tipología de vivienda actual.

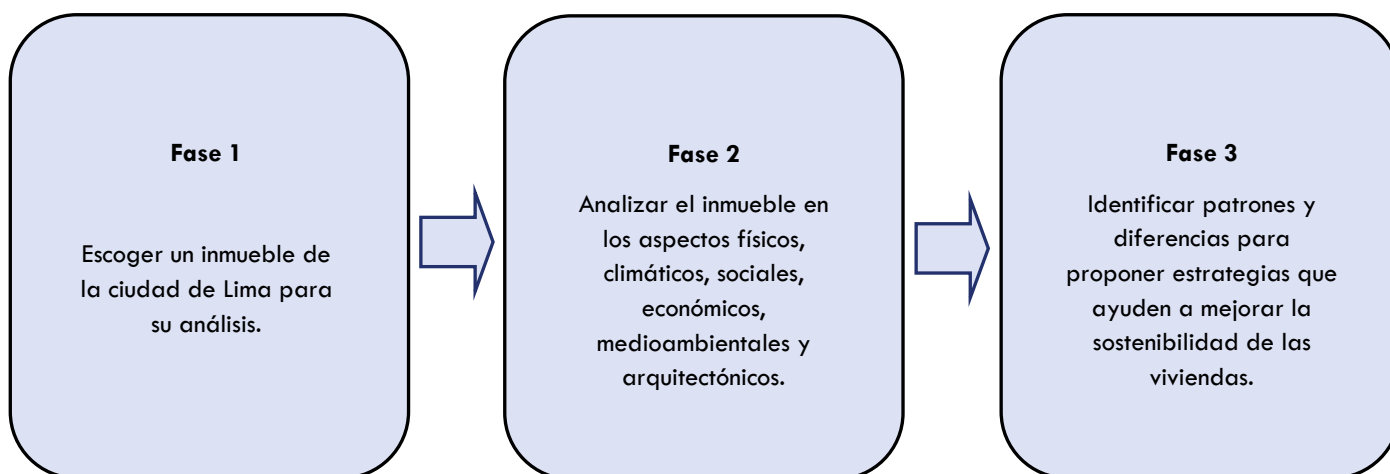


Figura 1: Diagrama de secuencia de las etapas de la Metodología. Elaboración propia.

## 3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Se hará una síntesis de los resultados obtenidos en el entorno físico, características climáticas, económicas, medio ambientales en base a la comparación de dos épocas, la del siglo XVIII y XXI del inmueble colonial en el Jr. Junín, para luego, finalmente evidenciar patrones que se mantienen en la vivienda vernácula y la vivienda de la actualidad.

### 3.1. ENTORNO FÍSICO DE LA VIVIENDA VERNÁCULA COLONIAL JR. JUNÍN

La vivienda objeto de estudio, se encuentra localizado en Jirón Junín en el Distrito del Cercado de Lima, Barrios Altos en el Jirón Junín N°1025, 1027, 1029 y 1031, provincia de Lima, Perú (ver fig.2), conectándose estratégicamente con la Plaza Mayor (núcleo y poder colonial de Lima). En el entorno de inmueble se puede encontrar la piedra horada (misteriosa piedra de época prehispánica) y el canal de regadía Huatica que ha ocasionado humedad en todo ese sector.

El Centro de Lima, se encuentra en el desierto costero del Perú, y se ubica a una altitud de 161 msnm, en cuanto a la morfología, predominan las pampas desérticas, enmarcadas por colinas, en muchos casos interrumpidas por oasis formados por ríos que llevan agua todo el año. Así mismo hay que señalar que Lima sufre de fenómenos sísmicos habiéndola llegado a dañar seriamente (terremotos) en 1609, 1687, 1746, 1966, 1974, 2007 [8].

La Tabla 1 nos muestra dos realidades distintas: en el primer escenario tenemos un entorno en el que recién se está consolidando la urbe, se mantiene un orden, se trabaja con lotes de terreno grandes y cuyo diseño arquitectónico está influido por las viviendas de casa patio de Andalucía, presentando además tiene una fuerte presencia religiosa. Por otro lado, 300 años después el CHL, se vuelve sobrepoblada, formándose tugurios en las viviendas del siglo XVIII, albergando una gran cantidad de familias, además de presentar altos tráfico en las calles y tener pocas áreas verdes.

**Entorno Físico Siglo XVIII**

El Centro Histórico de Lima contiene como eje principal una plaza central (Plaza Mayor), está constituida por manzanas regidas por un trazo reticular orientadas de este a oeste y grandes lotes en los cuales se edificaron viviendas y grandes mansiones gracias al trabajo de los indígenas y esclavos para los españoles conquistadores.

Al sureste del Centro de Lima, apareció un lugar para viviendas destinadas a una población de españoles pobres, negros libertos e indios emancipados.

La cual posteriormente será conocida como los Barrios Altos, "nombre que tiene su explicación por la topografía de esta zona algo más elevada con relación al centro de Lima" [4].

Dentro del Centro Histórico de Lima, encontramos torres y balcones. La urbe organizaba sus usos en propósitos múltiples, como atrio de mercaderes, escribanos y sacristanes, centro de festividades y de tauromaquia. Así mismo tenía un fuerte ambiente religioso. Con una fisonomía similar a una ciudad andaluza [5].

**Entorno Físico Siglo XXI**

Formación de tugurios, el estado de conservación de las viviendas es regular- malo en su mayoría, de menos de 3 niveles y predomina la residencia- comercio y talleres artesanales (usos permitidos por el municipio). No existe lote mínimo de área de lote y no posee retiro frontal.

Según la Tabla 2; el Centro Histórico de Lima, llamada también la ciudad de los reyes, en cuanto a su uso de suelo es heterogéneo, se muestra que sólo el 27.30 % del total de superficie, está destinado exclusivamente a viviendas y la diferencia está destinada a instituciones públicas y comercio, además se refleja que el uso de recreación no es predominante.

Existe alto niveles de desorden y caos en el transporte público y privado.

"El ámbito del Centro Histórico de Lima (CHL) tiene una extensión de 1,022.81 Ha.14, de las cuales el 68% corresponden al Cercado de Lima, el 28% al distrito del Rímac y el 04% restante a otros Distritos (El Agustino, San Juan de Lurigancho, Breña, Jesús María, La Victoria y San Martín de Porras). El área declarada Patrimonio Cultural de la Humanidad es de 239.69 Ha. (23% del total del Centro Histórico de Lima" [6].

El área del CHL fue declarada como Patrimonio Mundial Cultural por la UNESCO en el año 1991 [7]

Tabla 1: Comparativa del entorno físico de la vivienda vernácula entre el siglo XVII Y siglo XXI. Fuente: Elaboración propia.

3.2. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y CLIMÁTICAS DE LA VIVIENDA VERNÁCULA COLONIAL JR. JUNÍN

Lima ocupa parte de una extensa llanura aluvial por el río Rímac, y a la orilla izquierda del mismo, se ubica el centro

histórico de la ciudad de Lima, trazada a partir de una trama tipo Damero por Francisco Pizarro en 1535. Así mismo, se encuentra a 110 m.s.n.m. [16]. Posee un clima semi-cálido (desértico árido - sub Tropical), desértico en medida de la escasez de lluvias y de vegetación, además es de destacarse por presentar excesiva nubosidad, perteneciendo a una



Figura 2: Ubicación de la casona en el Jirón Junín, fuente: Google Maps.

USOS DEL SUELO EN EL CENTRO HISTORICO DE LIMA 2013

USOS DEL SUELO	SUPERFICIE		
	ALFABETISMO		
	INGRESO FAMILIAR		
	Ha	%	%
Residencial	191,36	18,71	27,30
Residencial- Comercial	5,17	5,78	8,44
Comercial	177,55	17,36	25,33
Salud	19,78	1,93	2,82
Educación	37,34	3,65	5,33
Recreación	38,88	3,80	5,55
Industrial	10,71	1,05	1,53
Lotes desocupados	23,97	2,34	3,42
Otros usos	142,07	13,89	20,27
Total, área ocupada	<b>700,83</b>	<b>68,52</b>	<b>100</b>
Área no ocupada (vías, cerros, ríos y áreas verdes)	<b>321,98</b>	<b>31,48</b>	
<b>TOTAL, AREA URBANA</b>	<b>1.022,81</b>	<b>100</b>	

Tabla 2: Usos de Suelo del área ocupa y no ocupada del Centro Histórico de Lima, Fuente Equipo Técnico Plan Maestro Centro Histórico de Lima, enero 2013.

categoría especial del clima desértico (BWn) [16].

La temperatura media anual es de 18°C a 19°C [9], con respecto a las temperaturas, sólo en los meses de verano, a ciertas horas del mediodía, se las pueden considerar como altas (mayores de 27°C). De la misma manera, sólo en los meses de invierno, principalmente en horas de la mañana, se las pueden considerar como bajas (absolutas menores a 14°C). En definitiva, las temperaturas de Lima no son extremas (ver fig. 3).

Se resalta el problema de la humedad alta durante todo el año, evidenciándose una humedad relativa (ver fig.4) tiene un mínimo de 62.32% y un máximo de 92.13% (acentuándose más en las mañanas y en las noches que en las tardes).

La ausencia de precipitaciones es considerable a lo largo de

todo el año, salvo en los meses de invierno que suele acumular únicamente 3mm mensuales. Sin embargo, existe un fenómeno particular y frecuente durante gran parte del año, llamada "garúa" (llovizna fina que aparenta estar suspendida en el aire, presente en las mañanas y en los meses de otoño e invierno) Ver fig. 5.

La figura 6 muestra velocidades de viento suave y constantes a lo largo del año (mediciones tomadas en 3 horas diferentes), con tendencia sur - oeste (dirección que se ubica el mar).

Los meses en donde encontramos confort térmico son los de mayo y noviembre (ver fig.7), identificando la temperatura óptima entre 20 y 23°C.

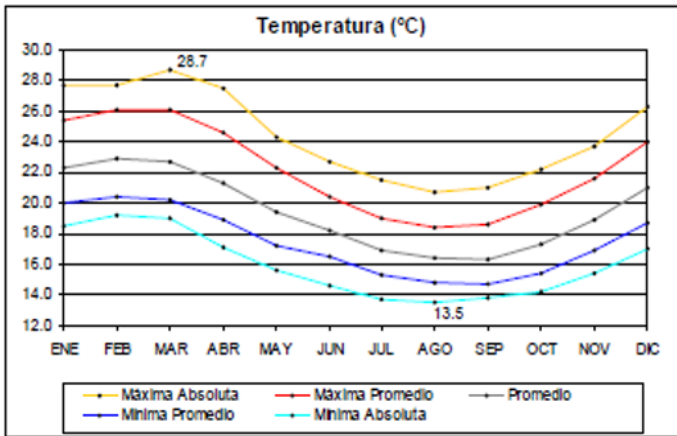


Figura 3: Temperatura promedio máximo y mínimo durante el año. Fuente: Tesis “Estudio del Confort Climático en Lima Metropolitana y Callao” por Julio Quezada.

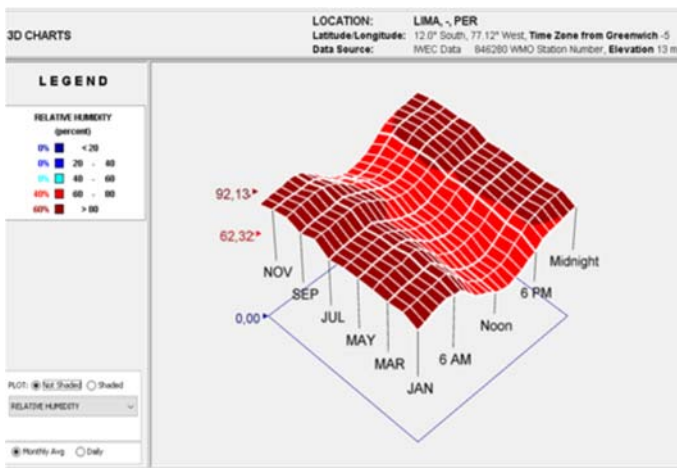


Figura 4: Humedad relativa durante el año y durante el transcurso del día. Fuente: Climate Consultant 6.0.

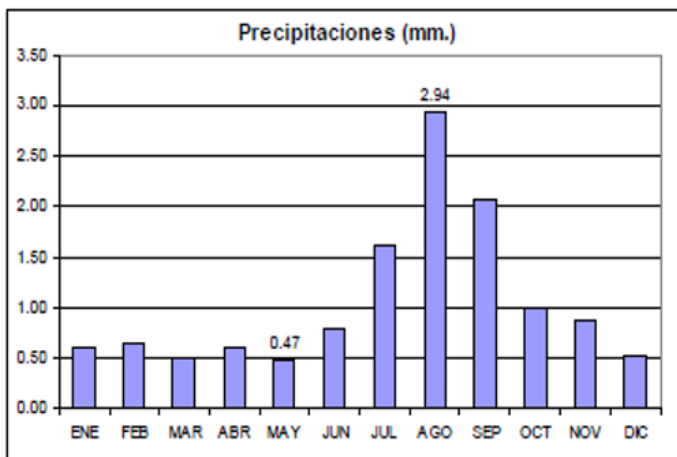


Figura 5: Precipitaciones durante el transcurso del día. Fuente: Tesis “Estudio del Confort Climático en Lima Metropolitana y Callao” por Julio Quezada.

### 1.3.2.1. ESTRATEGIAS PARA CONSEGUIR EL CONFORT DE LOS OCUPANTES EN BASE AL CLIMA

Con la finalidad de conseguir el confort climático en una vivienda, en donde el resultado es una serie de intercambios de calor, se recomienda que:

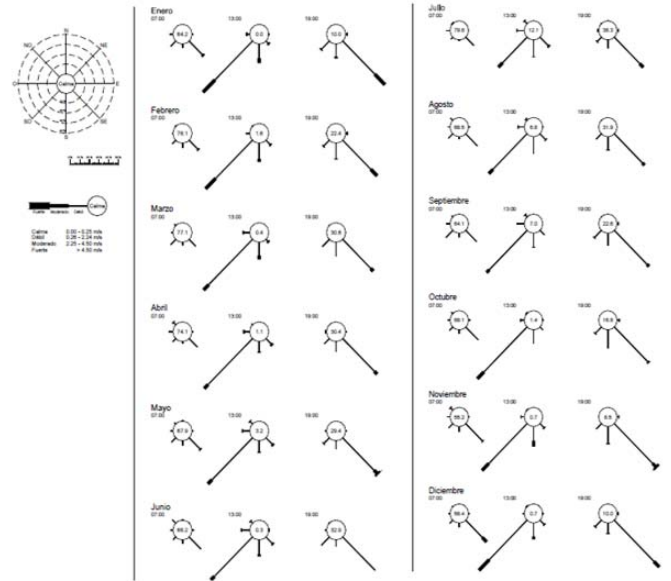


Figura 6: Dirección y velocidad del viento. Fuente: Tesis “Estudio del Confort Climático en Lima Metropolitana y Callao” por Julio Quezada..

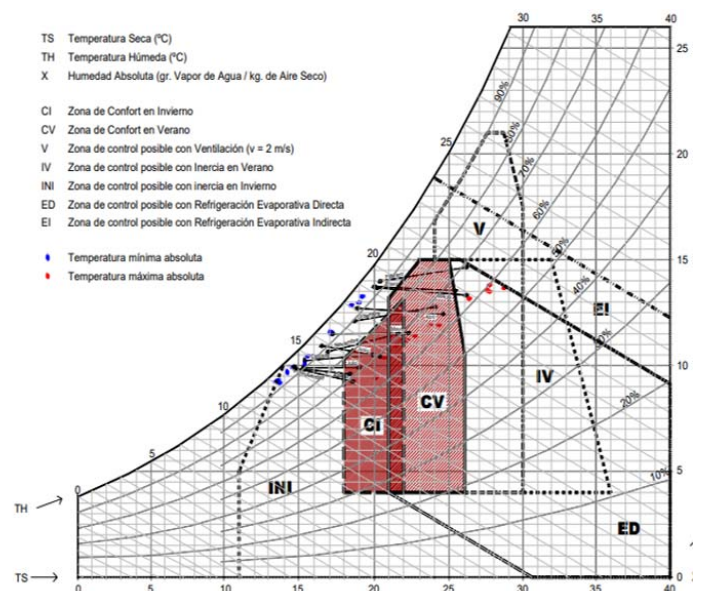


Figura 7: Confort Térmico durante todo el año. Fuente: Climate Consultant 6.0 .

- ◆ En el diseño, las ventanas y puertas estén orientadas de norte a sur y a las brisas dominantes, para evitar la incidencia del sol directa, esto hará que en los meses de temperaturas altas (febrero, marzo y abril), se evite la insolación dentro de la casa.
- ◆ Además de minimizar o eliminar el acristalamiento orientado hacia el este para reducir el calor del verano y el otoño.
- ◆ El uso de los patios internos proporciona un enfriamiento pasivo, mediante la ventilación en climas cálidos.
- ◆ Ventilación cruzada, por lo que se deberán ubicar los vanos (puertas y ventanas) en los lados opuestos del edificio con la finalidad de refrigerar los ambientes internos. Además se recomienda que la forma del lote sea larga de un lado y angosto del otro para que puede ayudar a maximizar la ventilación cruzada en climas templados y cálidos y húmedos.



- ◆ En época de frío, se recomienda con el objetivo de ganancia de calor, utilizar la energía emitida de las luces eléctricas, las personas y los equipos eléctricos, ya que reducen en gran medida las necesidades de calefacción.
- ◆ El uso de materiales vegetales (arbustos, árboles, paredes cubiertas de hiedra) especialmente en el este de la edificación para minimizar el aumento de calor y proteger las ventanas colocadas en el este u oeste, con la finalidad es mantenerlas en sombra [18].
- ◆ El uso de planta abierta en el interior, para promover la ventilación cruzada natural, o el uso de puertas con celosía.

### 3.3. CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DE LA VIVIENDA VERNÁCULA COLONIAL JR. JUNÍN

Perú ocupa el tercer lugar como país más vulnerable al cambio climático detrás de Bangladesh y Honduras según el Tydall Center de Inglaterra. Este país está expuesto a grandes variaciones climáticas, lo que genera la probabilidad de que incremente la aparición de un fenómeno climático de gran intensidad, tal como lo es “El niño”, siendo éste un fenómeno cíclico que surge por el calentamiento del océano Pacífico. Se plantea que mientras más se incremente la temperatura de los océanos debido al cambio climático, las posibilidades de que se ocasione un súper Niño se duplican [10].

“Este fenómeno viene registrado desde 1579 por Alonso de Lucio, defensor general de indios del Virreinato del Perú, que presentó ante la Audiencia de Lima una demanda contra varios encomenderos de Trujillo por haber cobrado tributos a los indios, a pesar de la difícil situación que éstos atravesaban a raíz de las fuertes lluvias ocurridas en la costa norte en 1578. Las precipitaciones habían destruido sus chacras y demás propiedades y ello les impedía hacer frente a sus obligaciones fiscales”. Éste es un extracto del artículo “El fenómeno El Niño en el Perú: reflexiones para la historia” [11].

Las consecuencias de este fenómeno hidrometeorológico evocan en eventos climáticos extremos como huaicos, vistos el año pasado (2017) en el desbordamiento del río Rímac, el cual ocasionó inundaciones en el Centro de Lima [12]. Ello evidencia como este evento no solo impacta directo al medio ambiente, sino también que influye en la economía de un país y en la vida de cada uno de los pobladores.

En base a este enfoque, las figuras 8 y 9 muestran dos gráficas en las cuales se reflejan las variaciones de la cantidad de días cálidos y fríos a través del tiempo entre 1964 -2010. Los cuales resultan con un aumento significativo de temperaturas durante las últimas de décadas representados en la progresión cronológica, lo que demuestra un cambio climático que podría atribuirse directa o indirectamente a la actividad humana [9].

Hay que tener en cuenta además, la carencia que tiene el Centro de Lima en sus áreas para espacio públicos y zonas

verdes. Esto se debe al rechazo del ciudadano ante este tipo de espacios por motivos de inseguridad, robos, atracos, etc. y el poco confort provocado, en gran medida por la contaminación acústica, que proviene principalmente del transporte, de las bocinas de tránsito vehicular y el mal entendimiento de los vehículos. Según la OMS el mínimo recomendado en la relación de área verde por habitante es de 9m<sup>2</sup> por persona, y según el informe de gestión de Lima Como vemos, en 2016 la media de Lima se encuentra muy por debajo con 3.25 m<sup>2</sup> de área verde por persona.

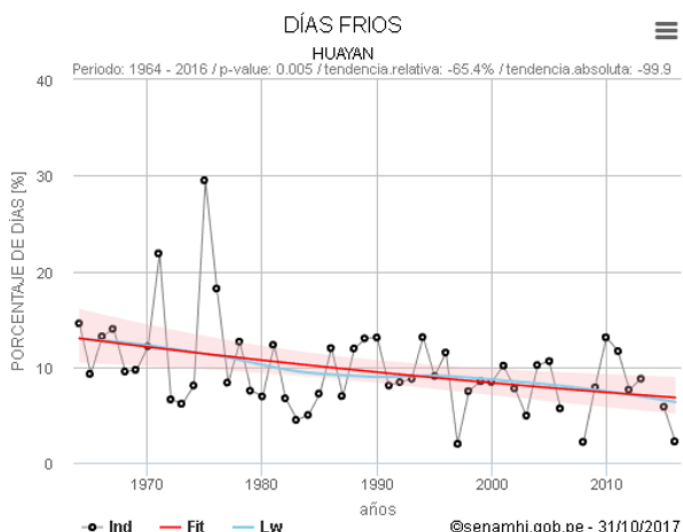


Figura 8: Tendencia de días fríos entre 1970-2010. Fuente Senamhi Perú.

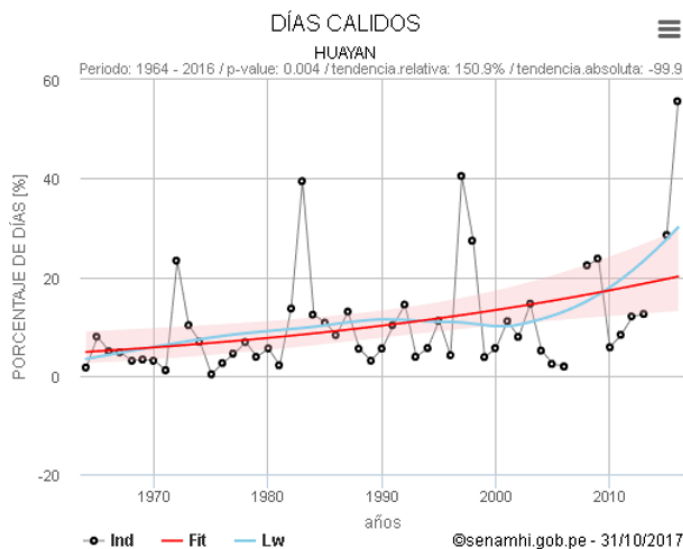


Figura 9: Tendencias de días cálidos entre 1970-2010. Fuente Senamhi Perú.

La huella de carbono en Lima y Callao el 2012 se calculó en 15.432.105 toneladas de CO<sub>2</sub>, lo que representa el 12% de las emisiones a nivel nacional [13].

### 3.4. ENTORNO SOCIAL DE LA VIVIENDA VERNÁCULA COLONIAL JR. JUNÍN

El estudio del aspecto social en la que se desarrolló la Casa Colonial en el Centro de Lima entre el siglo XVII y el Siglo XXI son las siguientes:

Entorno Social siglo XVIII	Entorno Social siglo XXI
<p>La estructura social de la colonia en Centro Histórico de Lima no solo se realizaba en función de la posesión de bienes ni el origen familiar, sino también por la “etnicidad” a la que pertenecía una persona. Encontramos entonces dos grupos: la República de los Españoles, conformados por los blancos, españoles y americanos y el segundo grupo, la República de Indios, los nativos peruanos eran catalogados como indios, dentro de ellos existían diferencias, por lo que podemos agruparlos en: Nobles indígenas, reconocidos por el gobierno español, los ladinos (indígenas españolizados que hablan español y son adaptados).</p> <p>La gran mayoría de hombres indígenas acudían a la ciudad para trabajar en haciendas y minas, mientras las mujeres trabajaban como criadas en las casas señoriales. Sin embargo, algunas desempeñaban también la labor de vendedoras en los mercados de la ciudad.</p> <p>Así también, el mestizaje (cruce de razas distintas) fue uno de los fenómenos sociales más resaltantes de la época virreinal. Esto se debe a que los trabajos requeridos en la ciudad, tales como la venta y manufacturación de artesanía básicamente rural, estuvieron desempeñada por los mestizos.</p> <p>En el siglo XVII, el Censo de Marques de Montesclaros indicó un total de 26.441 habitantes de los cuales el 10% de ellos estaba directamente ligado al clero [5], mientras que en el siglo XVIII, Lima ya contaba con 52.627,00 habitantes [6].</p> <p>La educación era mecánica (memorización y repetición) y la impartían los sacerdotes, así mismo era orientada a españoles y a los hijos de caciques.</p> <p>Las mujeres “españolas” sufrían de un trato misógino por la sociedad, su función básicamente era de procrear y atender las necesidades de su marido. Por este motivo, su destino era el aislamiento, en monasterios, recogimientos o en sus propias viviendas.</p> <p>Las relaciones entre los españoles, indígenas, mestizos y criollos en sociedad en la época virreinal no eran similares ya que no todos eran iguales frente a las leyes impuestas por la autoridad Virreinal, ni lo que las leyes definían correspondían con el entorno de la vida diaria.</p>	<p>A partir de los años 40 comienza un proceso de crecimiento acelerado de las ciudades de la costa, siendo Lima Metropolitana la ciudad más afectada debido al centralismo. En la década de los 50, Lima continuaba su proceso de urbanización con proyectos ambiciosos de modernización de la urbe creciendo en asfalto y cemento.</p> <p>En los años 90, se incorpora la preocupación por el Centro Histórico de Lima, la cual se inscribió como Patrimonio cultural de la humanidad por la UNESCO.</p> <p>El Centro Histórico de Lima es un espacio con una composición social muy heterogénea, las cuales la integran actores sociales los cuales son, actores Gubernamentales (Municipalidad Metropolitana de Lima, Municipalidad Distrital del Rímac, Gobernación de Lima, Gobernación del Rímac, comisarías, programas sociales, organismos públicos, museos, galerías, gobierno regional, instituciones educativas, Ministerio de Cultura, Ministerio de Vivienda); actores privados (bancos, bolsa de valores, empresarios, medios de comunicación); organizaciones sin fines de lucro (organismos no gubernamentales, fundaciones e iglesias); Organizaciones de la Sociedad Civil o comunitarios (juntas vecinales, asociación de adulto mayor, organizaciones religiosas, asociaciones de discapacitados, comité de seguridad ciudadana, comedores populares, comité de Vaso de Leche, etc).</p> <p>Según el Informe Preliminar para el Plan Maestro del Centro Histórico de Lima 2014, la población asciende a 146.126,00 hab. se distinguen entre residente y flotante, diferenciándose en esta última por ser una población de paso o transitoria que se sirve de las funciones institucionales, financieras comerciales, turísticas culturales y académicas, que mayoritariamente se aglomeran en el sector del Cercado de Lima del Centro histórico. En cuanto a la población permanente, según el mismo informe, ésta disminuye, ya que el Centro histórico no es un espacio motivador (debido a la inseguridad ciudadana). Vivir en el Centro Histórico representa un riesgo, produciéndose en la mayoría de los casos la venta de las propiedades, el alquiler de las viviendas o su abandono, a consecuencia del aumento del uso comercial de poco valor y de la informalidad de muchas actividades.</p> <p>Los indicadores de desarrollo humano (ver tabla 4) de Lima abordados en esperanza de vida, ingreso familiar per cápita y alfabetismo, los cuales permiten las condiciones de vida alcanzadas en una comunidad [6].</p>

Tabla 3: Comparativa del entorno social de la vivienda vernácula entre el siglo XVII Y siglo XXI. Fuente: Elaboración Propia.

En la Tabla 3, encontramos que, en ambas épocas, el sector de barrios altos estuvo en su mayoría compuesta por población de clase baja de comerciantes. Así mismo se denota una evolución de estructura social, ya que en la actualidad no existen grupos limitados por su raza. Por el contrario, todas las personas, independientemente de su etnicidad, tienen los mismos derechos. Además la tendencia misógina en la sociedad actualmente está desapareciendo.

En la Tabla 4, encontramos un incremento de esperanza de vida, reducción de analfabetismo lo que demuestra una

mejora de condición de vida en Lima, sin embargo, el ingreso familiar no alcanza el mínimo vital que establece el estado peruano para el año 2010 de 580 soles.

### 3.5. ENTORNO ECONÓMICO DE LA VIVIENDA VERNÁCULA COLONIAL JR. JUNÍN

El contexto económico en el que se desenvuelve el inmueble lo representaremos en dos etapas uno en el siglo XVIII y el otro en el siglo XXI en el siguiente cuadro de comparación.

**INDICADORES DE DESARROLLO HUMANO ENTRE 1993 Y 2007 EN LA PROVINCIA DE LIMA**

AÑO	ESPERANZA DE VIDA	ALFABETISMO	INGRESO FAMILIAR
1993	72,1 años	96,3%	S/.218.49
2000	73,7 años	96,4%	S/.574.40
2003	73,5 años	96,5%	S/.652.20
2005	76 años	97,8%	S/.699.2
2007	75,8 años	98,2%	S/.556.42

Tabla 4: Indicadores de esperanza de vida, alfabetismo e ingreso familiar. Fuente: Datos de PNUD 2008 y 2010, elaborado por el equipo técnico del Plan Maestro del Centro Histórico de Lima de PROLIMA.

Entorno económico siglo XVIII	Entorno económico siglo XXI
<p>El Centro Histórico de Lima se componía por la feria comercial más importante de América del Sur, en donde se vendían mercaderías procedentes de Europa para su distribución en toda la región, gracias a su cercanía al puerto. El resultado fue el aumento de riqueza en la ciudad, la cual se veía reflejada en las construcciones de la ciudad.</p> <p>El Virreinato tuvo un papel crucial en la incorporación de la población indígena al mercado ya que impuso tributos en moneda y trabajo forzado remunerado en metálico.</p> <p>Los oficios más característicos en la época virreinal fueron:</p> <p><b>Trabajos del campo</b>, como la cestería, la fabricación de escobas, horcas y pesebres;</p> <p><b>Trabajos de la construcción</b>, como la elaboración de tejas, cal, ladrillos, adobes, puertas, ventanas, mosaicos, losetas y mobiliario urbano;</p> <p><b>Los trabajos afines al transporte de personas y bienes</b>, como la fabricación de sillas de montar, sudaderas, fundición, herrería, toneles, carros y carruajes, barcos, velas, sogas, redes, curtido y curado de cuero, sillas de montar, ruedas, arreos;</p> <p><b>Los trabajos afines a la moda</b>, como la confección de vestidos, zapatos, joyas, sombreros, manguitas, peletería, espadas, etc.;</p> <p><b>Los trabajos afines al ornamento</b>, como la producción de cofres, muebles, pinturas, platería, tapices, porcelana, batería de cocina, cuchillos, cucharas, etc.;</p> <p><b>Los trabajos afines con las fiestas</b>, como faroles, disfraces, antifaces, etc.;</p> <p><b>Los trabajos afines al alumbrado y ofrendas religiosas</b>, como la candelaría y la hojalatería;</p> <p><b>Los trabajos afines a la industria</b>, como los molinos harineros y máquinas y el labrado de sus ruedas, la producción de escobillas, telares, destiladores, etc. Entre las industrias, es decir, de producción intensiva y serial. Podemos considerar, además de los tejidos, la fabricación de azúcar, licores y aguardientes, el cristal, el jabón [14].</p>	<p>En la década de los 90, el centro de Lima estuvo plagado de la presencia de vendedores ambulantes, como consecuencia del desempleo, la desorganización pública y la carencia de inversiones en los años 80 por lo que se tuvieron que reubicar “más de 20 000 comerciantes informales del sector central del Centro Histórico de Lima” [19]. Esta liberación de calles y espacios públicos acompañó la creación de nuevos centros comerciales populares y un modelo de gestión continuo, en donde la municipalidad de Lima ha generado actividades productivas como las ferias gastronómicas y artesanales (actividades Pymes) que, aunque ciertamente no todas tributan, ya que no tienen licencia corporativa (ver tabla 6), existen las que sí tienen, pero no están necesariamente al día en sus contribuciones.</p> <p>Actualmente el perfil económico del centro histórico de Lima está dominado por centros comerciales y agentes financieros.</p> <p>Estos comercios se han ido abriendo progresivamente sin ningún orden ni control municipal, en las propias casas residenciales, generando un sistema comercial disperso con muy bajo nivel de calidad del servicio y atracción económica. En dicha condición sustantivamente se encuentran los depósitos de mercaderías e insumos existentes principalmente en los Barrios Altos y áreas próximas a los Conglomerados Mercado Central, Mesa Redonda, Paruro y Grau.</p> <p>Así mismo, podemos encontrar comerciantes en la vía pública, 2181 comerciantes informales ejercen sobre la vía pública los cuales comprenden: artesanías, artículos religiosos, cerrajerías llaves, comida preparada, cultural, diarios, emolientes, fruta, golosinas, loterías, lustrado de calzado, manualidades, pilas y relojes, ropa, servicios y utensilios.</p> <p>La tendencia de niveles socioeconómicos de la población en Barrios Altos es C y D [6].</p>

Tabla 5: Comparativa del entorno económico de la vivienda vernácula entre el siglo XVII Y siglo XXI. Fuente elaboración propia.

En la Tabla 5, se puede observar en la comparación de épocas, que ambas están enfocadas al comercio, sin bien es cierto con mercaderías respectivas a las necesidades de la época, las dos muestran un perfil dominado por comerciantes

el primero bajo un control virreinal y el segundo bajo un control municipal (republica). Cabe resaltar en la actualidad, el estado peruano ha tenido varias intervenciones ante comerciantes ambulantes (vendedores ubicados en las zonas

públicas), y comerciantes que tienen un lugar donde vender, sin embargo no tienen licencia o simplemente no pagan impuestos. En la Tabla 6 indica que existe en el CHL un total de 401 establecimientos comerciales, compuesto por “stands”.

Del total de establecimientos, solo 161 cuenta con licencia corporativa y el resto no, lo quiere decir que más del 50% de los locales comerciales están en situación irregular.

### FORMALIZACIÓN DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES EN CONGLOMERADOS

Zona	Número de establecimientos comerciales	Establecimiento comercial (galerías) con Licencia Corporativa		Establecimiento comercial (galerías) sin Licencia Corporativa	
		N°	%	N°	%
Mesa redonda	136	70	43%	66	28
Damero	132	46	29%	86	36
Grau	47	23	14%	24	10
Malvinas	36	12	7%	24	10
Ferias Centro Histórico	34	10	6%	24	10
Barrios Altos	16	0	0%	16	7
<b>Total</b>	<b>401</b>	<b>161</b>	<b>100%</b>	<b>240</b>	<b>100</b>

Tabla 6: Formalización de Centro Comerciales en el Centro Histórico. Fuente: Estadísticas de la formalización. Gerencia del Desarrollo Empresarial, Municipalidad Metropolitana de Lima.

### 3.6. DESCRIPCIÓN DEL INMUEBLE VERNÁCULA COLONIAL JR. JUNÍN, LIMA, PERÚ

La casa Junín es una vivienda de dos pisos, el primero de adobe y el segundo de quincha, de la época colonial. En la figura 10 encontramos que la vivienda posee una planta en forma de L; tiene una tipología de casa patio (influida por las

casas de Castillas y de Andalucía), con la finalidad de que pudieran tener sus caballos y bestias de servicio y corrales, con la finalidad de crear un ambiente saludable y limpio.

Según sus características da a suponer que pertenece a las casas de elite del periodo Colonial ya que se desarrolló dentro del contexto urbanístico aplicado por la Corona a las ciudades hispanoamericanas.

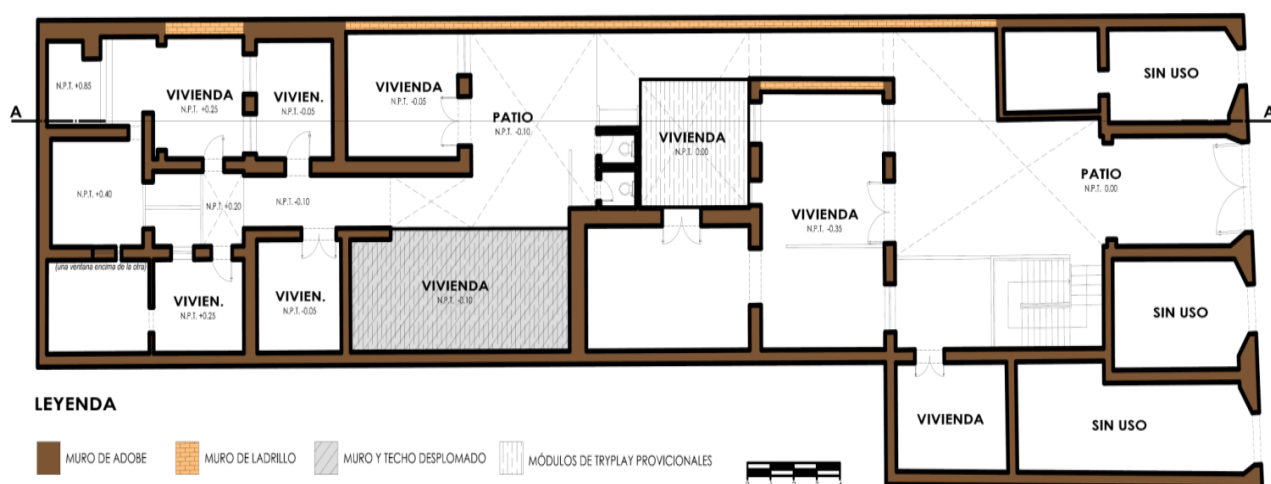


Figura 10: Primera Planta de la Casa Jr. Junín. Fuente: Levantamiento de información de Sandra Olmos, Fanny Centeno, Erika Ampuero y Lily Campos para la asignatura Restauración de Monumentos- UNFV.

Esta vivienda tiene a su disposición dos patios, los cuales se muestran en las figuras 11, 12 y 13 para iluminación y la ventilación de las habitaciones, el acceso es directamente

desde la calle a través de un portón, que permitía el ingreso de personas, asnos, jinetes, carretas y carruajes, los otros pórticos menores eran los ingresos para las tiendas.



Figura 11: Patio Interior y escalera. Fotografía tomada por Sandra Olmos, Fanny Centeno, Erika Ampuero y Lily Campos para la asignatura Restauración de Monumentos- UNFV.



Figura 13: Patio principal. Fotografía tomada por Sandra Olmos, Fanny Centeno, Erika Ampuero y Lily Campos para la asignatura Restauración de Monumentos- UNFV.



Figura 12: Estructura del pasadizo interior. Fotografía tomada por Sandra Olmos, Fanny Centeno, Erika Ampuero y Lily Campos para la asignatura Restauración de Monumentos- UNFV.



Figura 14: Estado de la escalera interior. Fotografía tomada por Sandra Olmos, Fanny Centeno, Erika Ampuero y Lily Campos para la asignatura Restauración de Monumentos - UNFV.

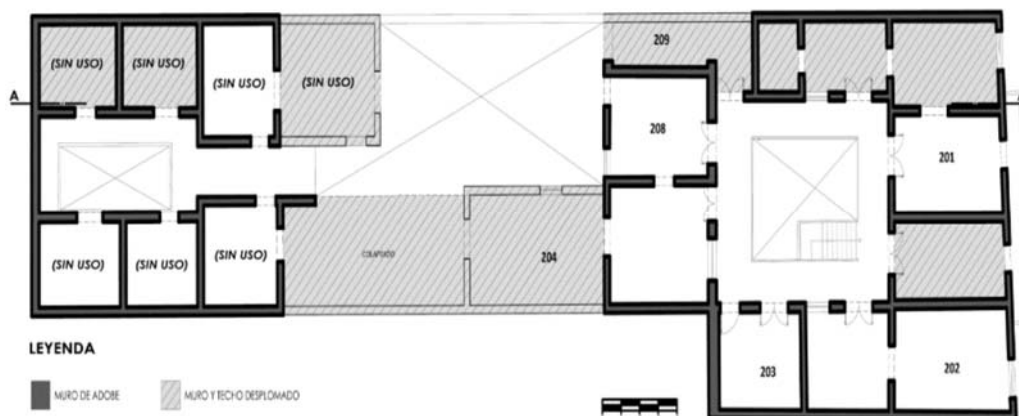


Figura 15: Segunda Planta de la Casa Jr. Junín. Levantamiento de información de Sandra Olmos, Fanny Centeno, Erika Ampuero y Lily Campos para la asignatura Restauración de Monumentos- UNFV.

El portón principal conduce al zaguán y de ahí al primer patio en la que se encuentra una escalera de madera, ver figura 11 y 14, que conduce hacia la segunda planta de la casa. Este patio conduce a las habitaciones principales, la sala y la cuadra (recepción de invitados) y a un corredor el cual conecta a otro patio que distribuye a galerías y áreas de servicio.

La figura 15 muestra el segundo nivel en el que se encuentran numerosas galerías que probablemente hayan sido los dormitorios, que están en torno al primer patio.

Así mismo, en la parte del fondo la vivienda encontramos las galerías para servicio del primer nivel que tenía doble nivel como se muestra en el corte A-A en la figura 16.

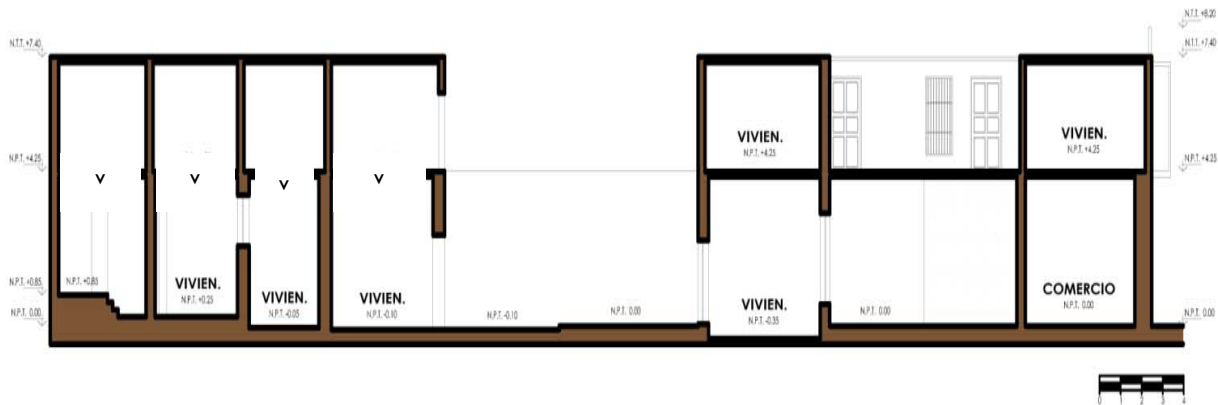


Figura 16: Corte A-A de la Casa Jr. Junín. Levantamiento de información de Sandra Olmos, Fanny Centeno, Erika Ampuero y Lily Campos para la asignatura Restauración de Monumentos - UNFV.



Figura 17: Fachada de la Casona. Elaborado por Sandra Olmos, Fanny Centeno, Erika Ampuero y Lily Campos para la asignatura Restauración de Monumentos - UNFV.



Figura 18: Fachada de la Casona. Fotografía tomada por Sandra Olmos, Fanny Centeno, Erika Ampuero y Lily Campos para la asignatura Restauración de Monumentos - UNFV.

La figura 17 representa el alzado de la fachada de la vivienda, que presenta dos tipos de balcones: uno de cajón (volado de madera completamente cerrados) y el otro raso (no sobresale del muro de la fachada), ambos, completamente de madera (en la época colonial se usaban el cedro y caoba proveniente de Nicaragua y Guayaquil para la elaboración de balcones). Así mismo podemos observar un techo plano, motivo de que en Lima no existen precipitaciones más que las denominadas garuas.

En la figura 18, se observa el mal estado de conservación de la vivienda en nuestros días, además de que los ocupantes de la vivienda utilizan el exterior de ésta, para la venta ambulatoria de comida.

### 3.7. SISTEMA CONSTRUCTIVO DE LA VIVIENDA VERNÁCULA COLONIAL JR. JUNÍN

Inmueble de dos pisos, edificado el primer nivel en adobe. La construcción con adobe es similar a la construcción con ladrillo cocido, para la ejecución del muro con bloques de adobe. Primero se ejecuta la cimentación con un espesor no menor que el espesor del muro, luego se realiza el sobrecimiento cuya altura tiene que ser mayor a 25 cm para evitar que los bloques de adobe tengan contacto con el agua.

Para la elaboración del muro de adobe, los bloques previamente húmedos, se colocan sobre el sobrecimiento y se unen mediante un aglomerado de barro y paja, el muro podrá tener una altura máxima de 4.00 metros [20].

El segundo piso es de quincha ya que, frente a los continuos sismos suscitados en Lima, era conveniente evitar la construcción de adobe en el segundo nivel.

La construcción en quincha consiste primero en asentar la estructura que está constituida de madera en forma de armazón, está formada por elementos verticales (pies derechos o postes) de sección rectangular espaciados entre 60 y 100 centímetros sobre los muros de adobe del primer nivel. Estos pies derechos serán unidos con solera en la parte inferior y superior, y además serán complementados por elementos diagonales (tornapuntas) con la finalidad de ofrecer mayor rigidez a la armadura.

Sobre esta armazón se hará un entramado de cañas de bambú para formar las paredes que finalmente se recubrirán con barro mezclado con paja [21].

### 3.7.1. ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS DE LA VIVIENDA VERNÁCULA COLONIAL JR. JUNÍN

Las columnas y pilastras, arcos, los entrepisos, cubiertas y vigas son de madera, su función es de transmitir cargas. Los balcones eran elementos esculpidos de madera y estaban apoyadas en las vigas que sobresalían de los pisos o en ménsulas elaboradas para este propósito.

Por motivo de los sismos que ocurrían regularmente Lima los

sistemas constructivos buscaban hacerse bajo criterios antisísmicos, sin que ello disminuya la calidad de la construcción, por este motivo se desarrollaron técnicas de gran precisión para las piezas en madera y su ensamblaje [5].

Este balcón cajón de tipo frontal según Bernales Ballesteros refiriéndose al dictamen de Goudin indicó: "que estos balcones no fueron solo un adorno, sino de necesidad y refugio en caso de temblores, pues su peso protegía los bajos de las casas que los tenían" [5].

Los suelos eran de entablado, a veces de ladrillo o madera, se colocaba también un revestimiento de azulejos en los muros de la casa como decoración y protección de la humedad. El techo se construía con cuarterones y entablado con recubrimiento de torta de barro [5].

### 3.8. CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS Y CONSTRUCTIVAS DE LA VIVIENDA COLONIAL VS VIVIENDA TRADICIONAL CONTEMPORÁNEA

La Tabla 7 muestra los impactos ambientales que genera la aplicación de distintas técnicas constructivas, la cual refleja que la técnica usada actualmente, ladrillo rojo común confinado con hormigón armado gasta 3,5 veces más que la

## CIMENTOS Y MUROS

Material	Ladrillo rojo común confinado con hormigón armado		Estructura de madera y muros de quincha		Tabique de hormigón confinado con hormigón armado	
	Costo energético (MJ)	Emisión de CO <sub>2</sub> (kg)	Costo energético (MJ)	Emisión de CO <sub>2</sub> (kg)	Costo energético (MJ)	Emisión de CO <sub>2</sub> (kg)
Acero	12.623,03	1.015,30	2.726,00	219,26	12.623,03	1.015,30
Agua	227,76	7,35	21,64	0,69	284,70	9,07
Áridos	2.612,56	215,31	2.858,53	2.858,53	3511,51	289,39
Asfaltos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cal	1.374,78	128,73	343,69	343,69	1.374,78	128,73
Cemento	16.974,11	1.665,17	1.117,16	109,59	21.353,37	2.094,78
Cerámica	12.649,7	987,90	3538,40	276,34	0,00	0,00
Diésel	35,90	0,15	205,13	0,88	35,90	0,15
Fibras naturales	35,90	0,00	2,85	0,74	0,00	0,00
Pintura	149,42	22,16	0,00	0,00	149,42	22,16
Madera	966,68	30,08	2.719,15	84,61	966,68	30,08
Resinas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>47.614,04</b>	<b>4.072,05</b>	<b>13.532,55</b>	<b>959,88</b>	<b>40.299,40</b>	<b>3.589,66</b>

Tabla 7: Impactos ambientales asociados a la producción de los materiales de construcción usados por sistema constructivo en cimientos y muros. Fuente: Informes de la Construcción Vol. 60, 509, 25-34, enero-marzo 2008 ISSN: 0020-0883, e ISSN: 1988-3234.

	Vivienda Colonial Siglo XVIII	Vivienda Contemporánea Tradicional Siglo XXI
<b>Descripción</b>	<p>La vivienda unifamiliar colonial contiene uno o más patios para la iluminación y la ventilación de los dormitorios y otras áreas libres como los jardines.</p> <p>El acceso es a través de un portón que da directamente a la calle, que permitía el ingreso de personas, animales de carga, carretas y carruajes. El portón conducía dentro de la vivienda a un zaguán, para luego pasar al primer patio.</p> <p>Las habitaciones principales fueron la sala o salón, la cuadra (recepción de invitados) y las cámaras y dormitorios.</p> <p>Las plantas podían ser en forma de L o U, siempre distribuyendo las habitaciones alrededor de un patio.</p>	<p>Vivienda unifamiliar el ingreso suele contener un retiro de 3 a 5 metros desde la calle, en el primer piso encontramos un área de estar; que distribuye a los SS.HH, sala, cocina y comedor y se encuentra la escalera. Así mismo, encontramos un aparcamiento que colinda con el dormitorio de servicio y a un patio pequeño que normalmente se usa como lavandería.</p> <p>En el segundo nivel, encontramos los dormitorios, normalmente dos o tres y una habitación que sirve como sala de estudio, además de un baño.</p> <p>Las plantas tienen forma de rectángulo en su mayoría.</p>
<b>Ventajas</b>	<p>La tipología de casa patio aporta ventilación e iluminación natural, capacidad de generar microclimas interiores generando confort a los usuarios. Ventanas y puertas orientadas norte – sur.</p> <p>Se puede tener contacto con la naturaleza, ya que estos espacios pueden incluir árboles o distintos tipos de vegetación.</p>	<p>Optimización de espacios, en función a las nuevas necesidades de las personas en el siglo XXI.</p> <p>Las áreas destinadas para las viviendas varían entre 90 a 200 m<sup>2</sup></p>
<b>Desventajas</b>	<p>Espacios muy grandes para la actividad que se desarrollaban, las áreas destinadas para las viviendas varían entre 800-2500m<sup>2</sup> [22].</p>	<p>No posee áreas verdes interiores, las áreas que usan para ventilar son patios normalmente usados como lavandería.</p>
<b>Descripción</b>	<b>Aspectos Técnicos</b>	
<b>Estado de Conservación</b>	Malo	Bueno
<b>Sistema Estructural</b>	Muro Portante, Techo Plano	Muro Portante, Techo Plano (Fig.19)
<b>Ventajas</b>	<p>El sistema de muro portante de adobe posee una gran capacidad como aislante térmico, y requiere un menor uso de sistemas de climatización.</p> <p>Coefficiente de conductividad térmica es de 0.25 W/m °C.</p> <p>Tiene un buen aislante acústico.</p> <p>Tiene un impacto ambiental muy bajo, para fabricar los adobes se emplea menos energía que la necesaria para la creación de otros materiales.</p> <p>El Adobe requiere de energía de 2000 BTU para fabricarse menor a lo que se requiere en un ladrillo.</p> <p>Tiene una gran resistencia y estabilidad al fuego.</p> <p>Puede tener una reintegración con la naturaleza, ya que está constituido por materiales locales presentes naturalmente en el medio [23].</p>	<p>El sistema de Muro portante de ladrillo con arriostre de cemento, posee una gran aislación térmica debido a su espesor de 25 cm, Coeficiente de conductividad térmica es de 0.85 W/ m° C [17]</p> <p>El aislamiento acústico es normal- bueno.</p> <p>Buena impermeabilidad ya que el ladrillo por si solo absorbe la humedad, sin embargo, es necesaria una capa de revoque con hidrófugo para controlar las filtraciones.</p> <p>El mantenimiento es nulo y se considera que tiene una buena durabilidad en el tiempo, un edificio tradicional de ladrillo puede llegar a superar fácilmente los 150 años de vida útil en buen estado, posee gran flexibilidad de diseño ya que se puede adaptar a cualquier forma y se puede edificar hasta 5 niveles.</p> <p>Además, este sistema presenta una gran estabilidad y resistencia al fuego [23].</p>
<b>Desventajas</b>	<p>Su mantenimiento es medio a bajo, requiere una intervención cada 4 -5 años para el cambio de revoque o pintura exterior.</p> <p>Si se utiliza este sistema no se puede construir más de dos niveles.</p> <p>No tiene buena impermeabilidad, pudiendo generar la formación de hongos en la superficie del muro.</p> <p>Es muy vulnerable al agua, produciendo un efecto erosivo</p> <p>La velocidad de ejecución es baja ya que cada 4 – 5 hiladas se deben dejar de asentar hasta el otro día.</p> <p>Es preferible construir con adobe en las zonas sísmicas 1 y 2 , según el mapa de zonificación sísmica del Perú, mas no en la zona 3 que constituye la parte de la costa peruana [24].</p>	<p>Se necesita cemento como aglomerante para unir las piezas y para la elaboración de las columnas y vigas, el cual es un material no biodegradable.</p> <p>El ladrillo requiere 30 000 BTU, por lo que se requiere a la quema de más combustibles fósiles (ver tabla 8)</p>

Tabla 8: Comparativa arquitectónicas y constructivas de la vivienda vernácula del siglo XVII y una vivienda vernácula del siglo XXI. Fuente elaboración propia. (continua en página siguiente)



Descripción	Vivienda Colonial Siglo XVIII	Vivienda Contemporánea Tradicional Siglo XXI
	Materiales Predominantes	
Cimiento	piedra y cal	hormigón ciclópeo
Sobrecimiento	ladrillo y cal	Hormigón
Muro	adobe, quincha, fibras naturales.	ladrillo y cemento
Columna	madera	cemento y acero corrugado
Viga	madera	cemento y acero corrugado
Arco	ladrillo y cal	
Techo	madera	hormigón armado y ladrillo hueco
Piso Interior	madera	cerámico, vinilo, parquet
Piso Exterior	cemento y arena	pizarra, cerámico
Cielo Raso	madera	mortero (cemento, arena)
Cobertura	barro	mortero (cemento, arena)
Portada/Fachada	barro	cemento y arena
Escalera	madera	hormigón armado
Barandal	madera	Fierro
Balcón	madera	
Zócalo	madera	madera, hormigón, cerámico
Carpintería	madera	aluminio
Cerco, Reja		hierro negro
Claraboya	madera	
Ventajas	<p>El adobe es una mezcla de arcilla, arena, cal y fibras naturales.</p> <p>No se requiere transporte ya que puede ser fabricado in situ.</p> <p>La madera es un material sostenible por sus características de obtención, transformación y posibilidad de reutilización.</p> <p>La piedra se caracteriza por tener una larga vida útil.</p>	<p>La cantidad que se necesita de acero, aluminio y plástico para construir es en menor en comparación con otros materiales, para la misma tarea, por su misma resistencia.</p> <p>Hormigón armado brinda una gran seguridad frente a los efectos sísmicos y dinámicos.</p>
	Desventajas	<p>El adobe al estar conformado básicamente de tierra, como materia prima ofrece una resistencia mecánica inferior a otros materiales empleados en la construcción.</p> <p>El adobe es sensible a la degradación fundamentalmente a problemas de humedad.</p> <p>La piedra tiene un mayor impacto ambiental debido a su forma de extracción ,ya que estos trabajos que se realizan en las canteras alteran, el medioambiente por ejemplo la contaminación de vertederos naturales tiene como consecuencia el impedimento de acceso al agua de las poblaciones próximas [15].</p>

Continuación de Tabla 8: Comparativa arquitectónicas y constructivas de la vivienda vernácula del siglo XVII y una vivienda vernácula del siglo XXI. Fuente elaboración propia.

La tabla 8 muestra una comparativa de viviendas vernáculas de dos épocas distintas (siglo XVIII y siglo XXI), cómo evolucionan al mundo actual y las repercusiones que ello conlleva.

Se puede observar en este cuadro las transformaciones y cambios del uso de nuevos materiales, de nuevos sistemas constructivos, así como también se observa que se han mantenido ciertas características y elementos de la arquitectura colonial.

Lo más representativo es el cambio de material de adobe a ladrillo cocido arriostrado con columnas y vigas de hormigón.

Esto refleja un avance en términos de mayor resistencia ante sismos, mayores niveles, mayor tiempo de vida, y menor mantenimiento, sin embargo, una secuela del uso de nuevos materiales es la generación de mayor energía en la elaboración de materiales como el cemento, fierro corrugado, plástico, aluminio y el ladrillo.

La figura 19 muestra la vivienda vernácula del siglo XXI, hecha de ladrillo y sistema portante antisísmica, construida para que resista los sismos, está constituida por los elementos estructurales tales como losa aligerada (las cuales tienden a tener la misma forma en todos los niveles), vigas y columnas, muros portantes, (los muros del segundo piso están contruidos

sobre los muros del primer piso) sobrecimiento y cimiento. Tiene una forma simple y proporcionada sin adornos en el exterior.



Figura 19: Vivienda Vernácula actual. Fuente: Marcial Blondet. Construcción y mantenimiento de viviendas de albañilería.

#### 4. CONCLUSIONES

Tras los resultados de la comparativa de las dos tipologías de viviendas vernáculas, se puede observar que para conseguir el confort del usuario sin que este afecte al medio ambiente y a la sostenibilidad de la ciudad, en gran medida, se llega a las siguientes conclusiones estratégicas:

Si bien es cierto el uso de materiales como el adobe, la quincha y la madera serían convenientes emplearlos como materiales de construcción ya que son elementos que se pueden reintegrar a la naturaleza, pero no podemos dejar de lado las necesidades actuales tales como son el crecimiento poblacional, los riesgos sísmicos, el alto porcentaje de humedad y la inseguridad de la ciudad, por lo que estos materiales no son adecuados, y como consecuencia de la búsqueda de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en el proceso se plantea el uso de un material llamado Hemcrete, a base de piedra caliza, arena y cáñamo.

Uno de los grandes beneficios del "Hemcrete" es que el cáñamo absorbe el CO<sub>2</sub> y libera oxígeno durante su crecimiento y al mismo tiempo absorbe más CO<sub>2</sub> gracias a la piedra caliza y se petrifica más lentamente, pero tendría que usarse en combinación con un sistema constructivo arriostrado que aguante la carga vertical en la construcción, para tal problema se plantea el sistema porticado, la cual permite hasta 30 niveles siendo complementado con un sistema de aislamiento base que atenúan los efectos de daños causados por terremotos.

Otro punto por resaltar es la capacidad que tiene el usuario

en adaptarse a los diferentes cambios climáticos, sin embargo, hasta ciertos límites, para lo cual se plantean estrategias que ayudará a conseguir sistemas de climatización de manera natural y pasiva para lograr su confort.

#### 5. REFERENCIAS

- [1] Sylvio Mutual, (2003), artículo Ciudad y Centros Históricos de América Latina y el Caribe algunas consideraciones el futuro de las ciudades históricas, Conferencia durante el II Encuentro sobre Manejo y Gestión de Centros Históricos, La Habana.
- [2] ICLEI, 1994, Consejo Internacional para las Iniciativas Ambientales Locales.
- [3] Cubillos González, R., Trujillo, J., Cortés Cely, O., Rodríguez Álvarez, C., & Villar Lozano, M. (2014). La habitabilidad como variable de diseño de edificaciones orientadas a la sostenibilidad. *Revista De Arquitectura*, 16(1), 114-125. doi:<http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2014.16.13>
- [4] Alejandro Reyes Flores, *Revista PUCP, Barrios Altos: Un espacio de Lima Siglo XIX-XX*, Journal articles.
- [5] Pedro Hurtado Valdez, (2005). Entre torres y balcones: La imagen de la Lima virreinal. "Areté Documenta", v. Patrim (n. 20); pp. 53-72.
- [6] Plan Maestro del Centro Histórico de Lima al 2035 (2013). Programa de Municipal para la Recuperación del Centro Histórico de Lima PROLIMA .
- [7] World Heritage List (2018) Historic Center of Lima. <https://whc.unesco.org/en/list/500>.
- [8] Instituto Nacional de Defensa Civil (2006). Compendio Estadístico de Prevención y Atención de Desastres Sísmos ocurridos en el Perú a través de tiempo. [https://www.indeci.gob.pe/compend\\_estad/2006/7\\_otras\\_estad/7.1\\_sismos/7.1.4\\_hist\\_sismos.pdf](https://www.indeci.gob.pe/compend_estad/2006/7_otras_estad/7.1_sismos/7.1.4_hist_sismos.pdf).
- [9] Senamhi (2018), [www.Senamhi.gob.pe](http://www.Senamhi.gob.pe).
- [10] OXFAM, 2016, [blogs.oxfam.org](https://blogs.oxfam.org).
- [11] Lizardo Seiner, El Fenómeno del Niño en el Perú: Reflexiones desde la Historia.
- [12] El Universal, Desbordamientos de 6 ríos en Lima, Perú, causa severos daños, México 2017 <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/mundo/2017/03/16/desbordamiento-de-6-rios-en-lima-peru-causa-severos-danos>.
- [13] Clara Hurtado de la Cuesta (2018) Trabajo Fin de Grado, ETSAM, UPM.
- [14] Compendio de historia económica del Perú II: Economía del período colonial temprano/ Carlos Contreras, ed.; Héctor Noejovich, Carmen Salazar-Soler, Margarita Suárez, Luis Miguel Glave y Miriam Salas. Lima: BCRP, IEP, 2009. (Serie: Historia Económica, 5).
- [15] Ideas para Construir (2018). Visto en: <http://ideasparaconstruir.com/n/2858/los-materiales-de-construccion-y-su-impacto-ambiental.html>.
- [16] Martín Wieser Rey. *La Teatinas de Lima (2006). La Ciudad de Lima: Clima, Luz y Confort. Cap III, Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.*
- [17] Marcial Blondet, (2005) *Construcción y Mantenimiento de Viviendas de Albañilería* <https://es.slideshare.net/ANGELSZQ/construcciones-antisismicas>.
- [18] Ángel Diaz, (2016) Blog Eudomus, visto en <https://eudomus.com/como-diseñar-vivienda-solar-pasiva/>.
- [19] Shimabukuro, A. (2015). Barrios Altos: caracterización de un conjunto de barrios tradicionales en el marco del Centro Histórico de Lima. *Revista de Arquitectura*, 17(1), 6-17. doi: 10.14718/RevArq.2015.17.1.2, visto en [http://editorial.ucatolica.edu.co/ojsucaticola/revistas\\_ucatolica/index.php/RevArq/rt/printerFriendly/82/928](http://editorial.ucatolica.edu.co/ojsucaticola/revistas_ucatolica/index.php/RevArq/rt/printerFriendly/82/928).
- [20] Reglamento Nacional de Edificaciones, E.080 Adobe. Consultado en la página web: <http://www.urbanistasperu.org/rne/pdf/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>.

[21] Viviana Arriola y Urbano Tejada. (2008) Manual de Quincha Pre-Fabricada para maestro de obra- Elaboración de paneles y proceso constructivo.

[22] Carlos Martín Sotomayor Gamarra, Blog Inventario FAUA UNI del Patrimonio Monumental Inmueble de Lima. Página web: [arquitecturalimavirreinal.blogspot.com/](http://arquitecturalimavirreinal.blogspot.com/).

[23] Dahiana Román y Lorena Langone (2015) Tesina Comparación de tres sistemas constructivos utilizados en cerramientos verticales- Tradicional Húmedo, paneles multicapas de madera y adobe.

[24] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú. (2010). Manual de Construcción de Edificaciones Antisísmicas de Adobe.

---

#### WHAT DO YOU THINK?

To discuss this paper, please submit up to 500 words to the editor at [bm.edificacion@upm.es](mailto:bm.edificacion@upm.es). Your contribution will be forwarded to the author(s) for a reply and, if considered appropriate by the editorial panel, will be published as a discussion in a future issue of the journal.

# Integration of the BIM execution plan with the guide to the project management body of knowledge (PMBOK®) of PMI (Project Management Institute)

## Integración del plan de ejecución BIM con la guía para la dirección de proyectos (PMBOK®) de PMI (Project Management Institute)

**DELMIRO CAJADE SÁNCHEZ**

Ingeniero Civil, Universidad, delmirocajade28@gmail.com

**PATRICIA DEL SOLAR SERRANO**

Doctora en Innovación Tecnológica en Edificación, Universidad Politécnica de Madrid. patricia.delsolar@upm.es

- ◊ Integrate into the BIM execution plans (BEP) the methodology proposed by the Project Management Institute (PMI) in its guide to good practices for project management (PMBOK®).
- ◊ BIM's execution plan is the most important document that must be elaborated to achieve a successful BIM implementation .
- ◊ There is a future intention to develop a BEP that ensures the integration of BIM tools into a project management plan aligned with the PMBOK® guide.

*BIM (Building Information Modeling) has come to transform the way we create and manage construction projects. Its use is increasingly widespread both nationally and internationally. However, it is a work tool that must be integrated into the overall management of the project. That is why, for a correct BIM implementation in a project, we must have a BIM execution plan adapted to the needs of the client and which in turn is integrated into the project management plan. The PMI Project Management Guide (PMBOK®) is a compendium of internationally recognized good practices. This Standard proposes the necessary processes to manage a project successfully from the beginning to the end of it. These processes and how to apply them to a specific project are developed in the project management plan (PDP). When a project is developed with BIM tools, it is necessary to generate a document that in turn plans how and at what level BIM will be implemented, the BIM execution plan (BEP). To achieve the success of a project, the BEP must be perfectly integrated into the PDP. In this study, an exhaustive review of the existing bibliography and the main BEP guides developed and disseminated nationally and internationally was carried out. The planning guide for the BIM execution, developed by the "Computer Integrated Construction" with the PMBOK® guide, has also been compared. The result of this analysis is a first proposal of a process map for project management that integrates BIM processes. As a future line of research, we intend to develop a BEP that ensures the integration of BIM tools into a project management plan aligned with the PMBOK® guide.*

**BEP; BIM; Integration; Project Management.**

- ◊ Se propone integrar en los planes de ejecución de BIM (BEP) la metodología internacional del PMI desarrollada en su guía de buenas prácticas para la dirección de proyectos (PMBOK® Guide).
- ◊ El plan de ejecución de BIM es el documento más importante que se debe elaborar para lograr el éxito en una implantación de BIM.
- ◊ Fruto de este análisis se presenta una primera propuesta de mapa de procesos para la dirección del proyecto que integra los procesos BIM

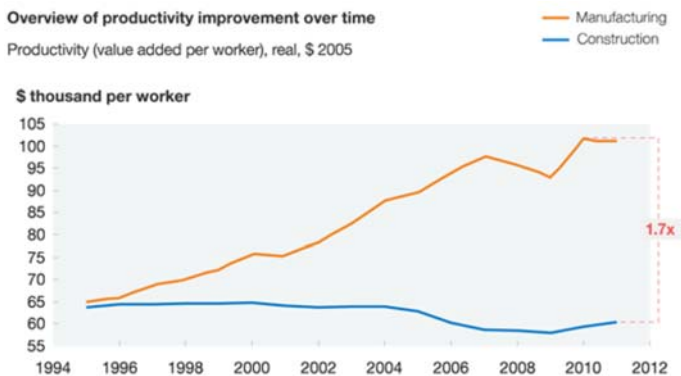
**BIM (Building Information Modeling) ha venido a transformar la forma en que creamos y gestionamos los proyectos de construcción. Su uso cada vez se encuentra más difundido tanto a nivel nacional e internacional. Sin embargo, se trata de una herramienta de trabajo que debe integrarse en la gestión global del proyecto. Es por esto que para una correcta implementación BIM en un proyecto debemos contar con un plan de ejecución BIM adecuado a las necesidades del cliente y que a su vez se integre en el plan de dirección del proyecto. La Guía para la Dirección de Proyectos (PMBOK®) de PMI, es un compendio de buenas prácticas reconocidas a nivel internacional. Esta Norma propone los procesos necesarios para gestionar un proyecto con éxito desde el inicio hasta el cierre del mismo. Estos procesos y cómo aplicarlos a un proyecto concreto se desarrollan en el plan de dirección del proyecto (PDP). Cuando un proyecto se desarrolla con herramientas BIM es preciso generar un documento que a su vez planifique cómo y a qué nivel se va a implementar BIM, el plan de ejecución BIM (BEP). Para lograr el éxito de un proyecto el BEP debe quedar perfectamente integrado en el PDP. En este estudio se ha realizado una revisión exhaustiva de la bibliografía existente y de las principales guías BEP desarrolladas y difundidas a nivel nacional e internacional. También se ha comparado la guía de planificación para la ejecución BIM, desarrollada por el "Computer Integrated Construction" con la guía del PMBOK®. Fruto de este análisis se presenta una primera propuesta de mapa de procesos para la dirección del proyecto que integra los procesos BIM.**

**BEP; BIM; Integración; Project Management.**

## 1. INTRODUCCIÓN

El concepto de Building Information Modelling (BIM) se considera por diversos investigadores que nació en el año de 1984, sin embargo, no ha sido hasta principios del siglo XXI cuando realmente está empezando a revolucionar la industria de la construcción, logrando una eficiencia en la gestión de los procesos durante ciclo de vida de la edificación, considerándose este que va desde la etapa de concepción o diseño hasta su desactivación y demolición.

Si se compara la productividad del sector de la construcción frente a la de otras industrias puede verse que, mientras que estas han aumentado su productividad por trabajador hasta casi doblar la productividad, el sector de la construcción se ha quedado estancado, o incluso ha llegado a perder productividad.



Source: Expert interviews; IHS Global Insight (Belgium, France, Germany, Italy, Spain, United Kingdom, United States); World Input-Output Database

McKinsey&Company

Figura 1: Productividad de la industria de la construcción (McKinsey&Company, 2015).

Las principales causas de la falta de productividad laboral en la industria de la construcción según Teicholz [10] son:

- ◆ Trabajos únicos contruidos por diferentes equipos bajo diferentes condiciones de sitio, regulatorias y climáticas.
- ◆ Sistema de contratación basado en una solución competitiva en lugar de colaborativa. Existe una falta de colaboración entre la fase de diseño y la de construcción.
- ◆ Los proyectos de construcción son cada vez más complejos y difíciles de gestionar [11].
- ◆ Los cambios en los marcos normativos traen como consecuencia un aumento de la complejidad de los trabajos.

Por otro lado, un estudio del National Institute of Standart and Technology, comprobó que los edificios cuestan más de lo que deberían. La falta de comunicación e interoperabilidad se identificó como un coste adicional para los propietarios de unos \$15.800 anuales, pero la mayoría de la industria de la construcción considera que esta cifra es significativamente mayor ya que no se incluyó la oportunidad comercial de mejorar la interoperabilidad.

Un proyecto BIM, donde se reúnen y colaboran entre sí los diferentes agentes, y en donde se maneja mucha información debe de estar regulado. Todos los agentes que intervienen en el proyecto tienen que saber el objetivo del proyecto y como lo van a desarrollar. Es por ello que es necesario desarrollar un plan detallado, que debe tomar en consideración todas las normas BIM y los valores e intereses de los clientes [3] [4].

El Plan de ejecución BIM (BEP) es un protocolo que indica los factores clave que el equipo debe seguir durante el proyecto, reconociendo las limitaciones del proyecto, los acuerdos de partes interesadas y requisitos, y los aspectos técnicos y de colaboración a considerar durante el proyecto. Este plan define el alcance de la implementación de BIM y los intercambios de información, identifica el flujo del proceso para las tareas de BIM, describe la infraestructura requerida para soporte y proporciona una mejor comprensión de los objetivos [2]. Además, ayuda a definir y comprender las responsabilidades de cada miembro del equipo que interviene en la administración de la construcción [13].

Debido a la importancia que tienen los BEP en el éxito de los proyectos BIM, se ve en la necesidad de hacer un estudio que logre integrar las actuales guías más difundidas a nivel internacional para la elaboración de los planes de ejecución de BIM con la metodología de las buenas prácticas para la dirección de proyectos (PMBOK® Guide) que propone el PMI (Project Management Institute) [9].

## 2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El objetivo de esta investigación es crear un mapa de procesos que logre integrar los planes de ejecución de BIM (BEP) y la metodología que propone el Project Management Institute (PMI) en su guía de buenas prácticas para la dirección de proyectos (PMBOK® Guide).

Se parte de la metodología de gestión de proyectos que propone PMI, dado que se trata de un documento con estatus de Norma ANSI y que ha servido de base para la redacción de la reciente Norma ISO 21.500, gracias al reconocimiento que tiene en el sector.

También se toma como referencia la guía "BIM Project Execution Planning Guide" en su versión 2.1 del 2011 creada por el "Computer Integrated Construction" [5] y la PMBOK® Guide versión 6ta edición del 2017 creada por el "Project Management Institute" [9].

Se estructura este trabajo en tres partes principales:

Primero se realiza una investigación bibliográfica, que comprende desde la definición y ventajas del BIM y sus planes de implantación, hasta el estudio de la metodología para la dirección de proyectos que propone el PMI.

En segundo lugar, se realiza una comparación entre la "BIM Project Execution Planning Guide" elaborada por el Computer Integrated Construction" y la PMBOK® Guide. Esta

comparación se realiza estudiando los procesos de la PMBOK® Guide para las diferentes áreas de conocimiento con los procesos establecidos en la guía BEP del CIC. Fruto de este análisis se determinan cuáles son las deficiencias que presenta la guía BEP y que pueden ser una causa para posibles fallos en la implantación de BIM.

Finalmente se propone un mapa de procesos para la dirección de proyectos donde se integra los procesos necesarios para lograr el éxito en la implantación de BIM y en el propio proyecto. Para ello es importante que el BEP quede perfectamente integrado en el PDP [1], [5], [8], [12].

### 3. RESULTADOS

Antes de presentar el resultado de la comparación realizada entre la guía de planificación para la ejecución de proyectos de BIM (CIC, 2011) y la PMBOK® Guide se identifican los procesos que establecen ambas guías.

El “Computer Integrated Construction” identificó algunos aspectos claves que son necesarios definir para poder realizar con éxito la implementación de BIM en un proyecto. Estos están organizados en la Tabla 1, acompañados con una breve descripción [5].

Aspectos Clave	Descripción
Información general del plan de ejecución BIM	Es importante que el equipo del proyecto comprenda el motivo por el que se creó un plan de ejecución del proyecto BIM.
Información del proyecto	Esta sección incluye información básica del Proyecto que puede ser valiosa para el presente y el futuro.
Datos de contacto de las partes interesadas	Es preciso disponer de un registro con los datos de contacto de todos los interesados.
Objetivos del proyecto y objetivos BIM	Indicar las metas que se desean alcanzar con BIM y los usos que se le va a dar.
Responsabilidades y roles	Definir los roles de cada agente especificando sus responsabilidades.
Diseño del proceso de ejecución BIM	Definir cómo se ejecutará cada uso BIM
Definir alcances de BIM	Definir los requisitos, las partes responsables y el cronograma de entregables BIM.
Estrategia de intercambio de información	Definir cómo se realizan y documentarán las comunicaciones entre los diferentes agentes.
Requisitos BIM	Definir los formatos de intercambio de los modelos BIM
Procedimientos de colaboración	Incluir las actividades concretas que se deben desarrollar para llevar a cabo el trabajo colaborativo.
Procedimientos de control de calidad del modelo	Establecer los procedimientos para el aseguramiento y control de calidad.
Infraestructura tecnológica necesaria.	Definir las necesidades de hardware y software para acometer el proyecto, así como las conexiones a internet y almacenamiento en nube.
Estructura del modelo	Definir cómo se intervendrá en el modelo por los diferentes agentes de modelado, así como por los de control.
Entregables del Proyecto / Contratos	Establecer los hitos de entregas conforme a lo acordado con el cliente.

Tabla 1: Aspectos clave para la implementación de BIM.

La guía de planificación para la ejecución de proyectos BIM desarrollado por el CIC describe cuatro procesos para desarrollar un plan BIM detallado. El procedimiento está diseñado para dirigir a los propietarios, administradores de programas y participantes iniciales del proyecto a través de un proceso estructurado para desarrollar planes detallados y consistentes para los proyectos.

Los cuatro pasos son:

- ◆ identificar los objetivos y usos de BIM apropiados en un proyecto,
- ◆ diseñar el proceso de ejecución de BIM,
- ◆ definir el proceso de intercambio de información e

- ♦ identificar la infraestructura de soporte para implementar con éxito el plan [5].

Estos pasos consisten en:

#### 1. Identificar los objetivos y usos del BIM.

Es fundamental establecer con el cliente los objetivos que debe alcanzar el proyecto, que deben responder a las necesidades del cliente, tanto en lo referente, al menos, al Alcance, al Cronograma y al Coste. En ocasiones se requiere realizar un proyecto en BIM para tratar de mejorar la productividad, mejorar la coordinación de los diferentes sistemas constructivos o definir en detalle el proyecto evitando o reduciendo el número de solicitudes de cambio.

Posteriormente, conocidos y acordados los objetivos, deben especificarse los usos BIM necesarios para alcanzarlos.

#### 2. Diseño del proceso de ejecución de BIM.

Para definir cómo se ejecutará cada uso BIM se recomienda personalizar el mapa de procesos y adaptarlo al proyecto particular. Es importante que el mapa defina la relación entre unos procesos y otros, de manera que se conozcan las dependencias entre ellos. Este mapa ayudará a los agentes responsables de cada uso a entender la secuencia que debe realizarse para alcanzar los objetivos.

Después, los responsables de cada uso de BIM deben seleccionar o diseñar mapas de proceso más detallados adaptados a cada uso. Por ejemplo, el mapa de alto nivel mostrará cómo se secuencian e interrelacionan la creación de BIM, el modelado de energía, la estimación de costes y el modelado 4D. Un mapa detallado mostrará el proceso que realizará el equipo encargado del modelado de energía.

#### 3. Proceso de intercambio de información.

Definir cómo se realizarán y documentarán las comunicaciones entre los diferentes agentes. Tanto el medio: teléfono, email, informes, actas, etc., como la frecuencia y los canales de comunicación. También quién debe enviar la información, quien debe estar en copia, quien la recibe, etc.

#### 4. Proceso de intercambio de información.

El último paso es el definir la infraestructura necesaria para el proyecto BIM planificado. Esto incluirá la definición del formato de entrega del modelo, la infraestructura tecnológica necesaria y los procedimientos de control de calidad para que el modelo BIM alcance las expectativas de calidad establecidas en el contrato con el cliente.

Por otra parte, la PMBOK® Guide propone un mapa de procesos cuya aplicación facilita la gestión y dirección del proyecto. Sin embargo, es preciso decidir en cada proyecto qué procesos conviene implementar. La PMBOK® Guide propone un mapa de procesos basado en las buenas

prácticas reconocidas internacionalmente en la gestión de proyectos, así como las herramientas y técnicas para ejecutarlos, pero es el Project Manager quien debe decidir, para cada proyecto concreto, que procesos implementar.

La PMBOK® Guide define la dirección de proyectos como la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo [9]. Para ello define 49 procesos que se agrupan en 5 grupos de procesos:

- ♦ Inicio.
- ♦ Planificación.
- ♦ Ejecución.
- ♦ Seguimiento y control.
- ♦ Cierre.

Y a su vez en 10 áreas de conocimiento. Un área de conocimiento es, según la PMBOK® Guide “*un área identificada de la dirección de proyectos definida por sus requisitos de conocimientos y que se describe en términos de sus procesos, prácticas, datos iniciales, resultados, herramientas y técnicas que los componen*” [9]. Las 10 áreas de conocimiento son:

- ♦ Gestión de la integración del proyecto.
- ♦ Gestión del alcance del proyecto.
- ♦ Gestión del tiempo del proyecto.
- ♦ Gestión de los costes del proyecto.
- ♦ Gestión de la calidad del proyecto.
- ♦ Gestión de los recursos humanos del proyecto.
- ♦ Gestión de las comunicaciones del proyecto.
- ♦ Gestión de los riesgos del proyecto.
- ♦ Gestión de las adquisiciones del proyecto.
- ♦ Gestión de los interesados del proyecto.

La tabla 2 presenta el mapa de los 49 procesos para la dirección de proyectos que propone la PMBOK® Guide.

Una vez estudiadas ambas guías, se determina cuáles son los procesos recomendamos por la PMBOK® Guide que no están contemplados en la guía BEP del CIC, siendo los siguientes:

#### a. Grupo de procesos del área de la gestión de la Integración del Proyecto.

El área de Integración del proyecto se encarga de coordinar todos los procesos, las actividades y el trabajo que se desarrolla en el proyecto, tanto si se trata del trabajo planificado como el que resulte de los cambios que se aprueben.

Los cambios se gestionan a través del Proceso 4.5: Control integrado de cambios. El BEP no hace ninguna consideración al respecto. Todos los proyectos sufren cambios y su gestión eficaz es vital para el éxito del

- proyecto, por lo que se entiende que el BEP debe incluir un plan sobre cómo gestionar, aprobar e implementar los cambios.
- b. Grupo de procesos del área de la gestión del Alcance del Proyecto.
- Proceso 5.2: Recopilar requisitos. Aunque el alcance está bien definido en los objetivos del BEP, se echa en falta un proceso que deje constancia documental de los requisitos de los propietarios y partes interesadas. Tener documentados los requisitos de las partes interesadas nos permitirá realizar una mejor selección de los usos del BIM.
- Proceso 5.6: Control del alcance. Se considera fundamental incluir en los BEP el proceso necesario para realizar el seguimiento y control del alcance con el fin de evitar fallos en el cumplimiento de los objetivos planteados.
- c. Grupo de procesos del área de la gestión del Tiempo del Proyecto.
- Proceso 6.7: Control del Cronograma. En los planes de ejecución BEP se crea un cronograma para marcar los momentos en que debe realizarse intercambio de información entre los agentes implicados y para el proceso de entrega del proyecto. Sin embargo, no existe un proceso que controle si se cumplen los plazos e hitos marcados en el mismo, lo que pueden conllevar a que no se logre el éxito del proyecto.
- Por tanto, se considera necesario que se introduzca este proceso en los BEP para garantizar el cumplimiento del plazo establecido en contrato y permitan actuar a tiempo cuando se detecten desviaciones.
- d. Grupo de procesos del área de la Gestión del Coste del Proyecto.
- La gestión de los costes no se contempla dentro del BEP, sin embargo, el coste suele ser un objetivo prioritario en los proyectos y es preciso definir cómo se gestionará el presupuesto.
- La falta de presupuesto adecuado y de un control de este puede poner en peligro los objetivos de un proyecto, por lo que se considera necesario incorporar al BEP los procesos 7.1 Planificar la gestión del coste, 7.2 Estimar el coste, 7.3 Determinar el presupuesto y 7.4 Controlar el coste.
- e. Grupo de procesos del área de la Gestión de la Calidad del Proyecto.
- La gestión de la calidad del proyecto en los BEP se encuentra garantizada por unos procesos de planificación, gestión y control. Cada equipo selecciona un responsable para verificar el control de calidad en cada entregable y el director de proyecto tiene la responsabilidad adicional de verificar este control.
- f. Grupo de procesos de la Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto.
- Los BEP contemplan como se deben gestionar los recursos humanos en el proyecto, en él se definen los roles y responsabilidades de cada miembro del equipo. Es preciso también definir quien será responsable de cada uso BIM y cuánto tiempo se estima necesario para ejecutarlo.
- g. Grupo de procesos de la Gestión de las Comunicaciones del Proyecto.
- En los BEP se encuentra muy bien definido el proceso y control del intercambio de información, esto debido a que es un punto clave en el éxito del proyecto desarrollado en entorno BIM, ya que en el desarrollo de los modelos intervienen diferentes personas que realizan tareas o acciones en un mismo archivo. Para ello se elabora una planificación de cómo se va a realizar el proceso de las comunicaciones, quienes serán los emisores y los receptores. También queda definido cómo debe entregarse la información y los detalles y el nivel de esta información.
- h. Grupo de procesos de la Gestión de los Riesgos del Proyecto.
- La gestión de los riesgos no se plantea en los BEP por lo que es un punto débil que se debe reforzar. Para ello es necesario plantear los riesgos que presenta cada uso de BIM y como se dará respuesta a ellos.
- Se propone necesario incorporar al BEP los procesos: 11.1 Planificar la gestión de riesgos, 11.2 Identificar los riesgos, 11.3 Realizar el análisis cualitativo de los riesgos, 11.4 Realizar el análisis cuantitativo de los riesgos, 11.5 Planificar la respuesta de los riesgos, 11.6 Implementar respuesta a los riesgos y 11.7 Controlar los riesgos.
- i. Grupo de procesos de la Gestión de las Adquisiciones del Proyecto.
- En el BEP casi no hay información sobre compras. Sin embargo, es posible que en algunos proyectos parte de los recursos humanos y tecnológicos precisen ser externalizados. Estos procesos de compra se realizarán antes de la implementación del BEP, pero los contratos deberán cerrarse al final del proyecto, por lo que se considera importante al menos considerar los procesos: 12.3 Controlar las adquisiciones y 12.4 Cerrar las adquisiciones.
- j. Grupo de procesos de la Gestión de los Interesados del Proyecto.
- La gestión de los interesados esta establecida en los BEP, que contemplan que se debe identificar y registrar tanto los requisitos como los representantes. La información de contacto se intercambia simplificando la comunicación y trabajando de manera colaborativa.
- Si bien hay indicios de que las reuniones y las fases deben completarse con las partes interesadas para involucrarlas mejor, casi no hay información sobre controlar el



compromiso de las partes interesadas, y cómo crear planes y estrategias para permitirlo. Esto debería mejorarse para mejorar la comunicación e integración del proyecto.

#### 4. CONCLUSIONES

BIM es una herramienta con un gran potencial para mejorar el desarrollo de los proyectos y para gestionar adecuadamente un proyecto en este entorno los BEP facilitan el logro del éxito en la implantación de BIM en un proyecto. La propuesta de mapa de procesos que se ha elaborado logra integrar las buenas prácticas que recomienda la PMBOK® Guide del PMI con los BEP.

Al comparar la PMBOK® Guide con la Guía BEP, se evidencia que la mayoría de las áreas de conocimiento de gestión de proyectos ya tienen algunos de los procesos y mejores prácticas aplicadas. Sin embargo, se presentan deficiencias en algunos procedimientos, entre las que se destaca:

- ♦ El área de conocimiento relacionado con las adquisiciones queda en su mayoría fuera de los límites del BEP, pero es preciso considerar, si fuera el caso, el cierre de los contratos vinculados a la ejecución del BEP.
- ♦ La gestión de costes tampoco se encuentra contemplada en los BEP, en la guía de integración presentamos un proceso para la planificación y control de costes.
- ♦ La gestión de riesgos tampoco se encuentra analizada en los BEP, sin embargo, es muy importante planificar, gestionar y monitorizar los riesgos ya que pueden afectar al éxito del proyecto.
- ♦ La gestión de los interesados, aunque se encuentra estudiada en los planes de ejecución de BIM se propone su mejora a través del registro de los requisitos de las partes interesadas.

Y como conclusión final se redacta la siguiente "Propuesta de guía de procesos para el BEP", que contendría los siguientes procesos:

##### 3.1. DESCRIPCIÓN, ALCANCE E INFORMACIÓN DEL PROYECTO.

Proceso	Breve descripción
» Conocer los requerimientos iniciales, riesgos y restricciones existentes en el proyecto	Es necesario comprender cuales son los requerimientos del cliente y que riesgos asociados conllevan.
» Determinar la misión y el alcance del proyecto.	La misión y el alcance deben ser claros para poder conocer cuando el proyecto tiene éxito.
» Información general del proyecto.	Se debe conocer toda la información del proyecto.
» Calendario general del proyecto.	Se deben conocer las fases de entrega del proyecto.
» Costes generales del proyecto.	Es necesario conocer el presupuesto asignado al proyecto BIM.

Tabla 3. Procesos necesarios para la descripción, alcance e información del proyecto.

##### 3.2. REQUERIMIENTOS DE LAS PARTES INTERESADAS.

Procesos	Breve descripción
» Determinar las partes interesadas del proyecto.	Se deben conocer todos los interesados en el proyecto e identificar los responsables de cada equipo.
» Requerimientos de los interesados.	Es necesario conocer sus expectativas, requerimientos y su influencia en el proyecto.

Tabla 4. Procesos necesarios para determinar las partes interesadas.

##### 3.3. OBJETIVOS DEL PROYECTO Y USOS DE BIM.

Procesos	Breve descripción
» Identificar los objetivos de BIM	Los objetivos deben ser determinados por el equipo de planificación y deben cumplir con las expectativas del cliente.
» Control de los objetivos	Se debe monitorizar el proyecto con el fin de que se cumpla con los objetivos.
» Determinar los usos de BIM	Basados en los objetivos del proyecto es necesario seleccionar los usos de BIM, para ello se escogen de una lista donde se presentan los posibles usos. Estos deben ser seleccionados según la fase del proyecto.
» Determinar los riesgos de los usos de BIM	Es necesario realizar un análisis de los riesgos del proyecto y de los riesgos para cada uso de BIM, así como un estudio para poder monitorizarlos.

Tabla 5. Procesos necesarios para determinar objetivos del proyecto y usos de BIM.

### 3.4. TIEMPO, COSTOS Y RECURSOS HUMANOS.

Procesos	Breve descripción
» Determinar las fases y el cronograma de entregas para cada una, según los usos seleccionados de BIM.	Se debe identificar la responsabilidad de cada equipo y miembro del equipo y definir los roles que cada uno representa dentro de la organización, según los usos ya planteados.
» Control de tiempos	Se debe monitorizar el cronograma de trabajo con el fin de lograr cumplir con los plazos.
» Desarrollar el presupuesto	Se debe elaborar un presupuesto de trabajo basado en los usos de BIM seleccionados.
» Control de presupuestos	Es necesario monitorizar los presupuestos con el fin de tener controlado posibles variaciones.
» Determinar los recursos humanos, responsabilidades y roles, según los usos de BIM	Se deben determinar los recursos humanos necesarios y asignar las responsabilidad y roles de cada equipo y miembro del equipo, según los usos seleccionados de BIM.

Tabla 6. Procesos necesarios para determinar tiempos, costos y recursos humanos.

### 3.5. MAPA DE PROCESOS BIM.

Procesos	Breve descripción
» Elaborar los mapas de procesos de BIM	El equipo debe comenzar ordenando secuencialmente los usos de BIM, identificando en qué fase del proyecto se ubican.
» Detallar los mapas de procesos para cada uso de BIM	Se debe identificar la secuencia de las actividades correspondiente a cada uso.
» Revisión de los mapas	El equipo de planificación debe revisar cada mapa de proceso a lo largo del proceso de implementación de BIM, lo que puede ser un paso útil tanto para aclarar los procesos como para reflexionar sobre los procesos realmente utilizados en la práctica.

Tabla 7. Procesos necesarios para elaborar los mapas de procesos de BIM.

### 3.6. MAPA DE PROCESOS BIM.

Procesos	Breve descripción
» Requisitos para el intercambio de información.	Se debe identificar como se va a realizar el proceso de intercambio de información, y que información se va a compartir según los requisitos de cada interesado y los usos de BIM seleccionados
» Requisitos mínimos de información de los usos BIM seleccionados y su clasificación de acuerdo con la especificación LOD	Se debe estipular el nivel de desarrollo necesario en cada intercambio de información.
» Cronograma de intercambio de información.	Se deben pactar los plazos para los intercambios de información, basados en el cumplimiento del cronograma de entregas.

Tabla 8. Procesos necesarios para el intercambio de información.

### 3.7. PROCEDIMIENTOS DE COLABORACIÓN.

Procesos	Breve descripción
» Estrategia de colaboración.	En este punto, el equipo debe describir cómo colaborará en general. La comunicación, la gestión de documentos y la metodología de transferencia de información deben planificarse.
» Procedimiento de reuniones y espacio de trabajo.	El equipo debe definir la frecuencia, la ubicación y los participantes de las reuniones. Se debe también definir un espacio de trabajo físico.
» Comunicaciones electrónicas.	El equipo debe definir el protocolo de comunicaciones electrónicas con todos los miembros del proyecto, gestionando la forma y el medio como va a realizarse.
» Lista de directorio.	Debe crearse una base de datos común para poder gestionar a las partes interesadas.

Tabla 9. Procesos necesarios para la colaboración.

### 3.8. CONTROL DE CALIDAD.

Procesos	Breve descripción
» Archivos de BIM a ser controlados.	El equipo de planificación debe definir que archivos deben verificarse en la implantación de BIM
» Control de calidad.	Se debe definir quién y que debe monitorizar para el control de calidad.
» Indicadores de calidad.	Es necesario establecer unos indicadores medibles o comparables para poder gestionar el control de calidad.
» Tratamiento a las no conformidades.	El equipo debe describir cómo va a tratar los fallos según los requisitos de calidad definidos.
» Requisitos de cambio	En todos los proyectos se producen cambios, motivados por solicitudes del cliente o acciones preventivas o correctivas y corrección de defectos para lograr conseguir los objetivos del proyecto.

Tabla 10. Procesos necesarios para el control de calidad.

### 3.9. INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA.

Procesos	Breve descripción
» Software	Las partes interesadas en el proyecto deben evaluar qué software y hardware es necesario disponer para realizar cada uso de BIM.
» Hardware	Por la selección del software, es necesario determinar las necesidades mínimas de los procesadores.

Tabla 11. Procesos necesarios para la colaboración.

### 3.10. ESTRUCTURA DE LOS MODELOS.

Procesos	Breve descripción
» Estructura de las carpetas.	La estructura de carpetas debe tener un conjunto designado de carpetas para cada una de las secciones del entorno de datos común.
» Estructura de los nombres de archivos.	Se debe normalizar la forma de nombrar los archivos.
» Estructura del modelo.	Como los proyectos BIM tienden a tener un tamaño considerable, a menudo requieren la segregación de datos en piezas de tamaño manejable. Teniendo esto en cuenta, el equipo debe definir cómo será el modelo separado.
» Sistema de coordenadas y medición.	Se debe definir el sistema de coordenadas y las unidades de medición.
» BIM y estándares CAD	Deben definirse los estándares y pautas de BIM y CAD.

Tabla 12. Procesos necesarios para la estructura del modelo.

### 3.11. ENTREGABLES DEL PROYECTO.

Procesos	Breve descripción
» Entregas del proyecto	Para implementar BIM es esencial que cada miembro del equipo del proyecto comprenda los entregables esperados y sus respectivos roles. Cada entregable consiste en un conjunto de elementos del modelo BIM. Es importante definir que se va a entregar, cuando y en que formato debe hacerse

Tabla 13. Procesos necesarios para la entrega.

## 5. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Como futura línea de investigación se pretende crear un modelo de guía que normalice y desarrolle el mapa de procesos que se proponen en este documento.

## 6. REFERENCIAS

- [1] EAEC-UK (2012a). AEC (UK) BIM Protocol - Implementing UK BIM Standard for the Architectural, Engineering and Construction Industry. Version 2.
- [2] Akintoye, A. (2012). Construction innovation and process improvement. John Wiley and Sons.
- [3] Azhar, S. (2011). Building Information Modeling: Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering*, vol 11 (3), pp. 241-252.
- [4] Azhar, S., Khalfan, M., and Maqsood, T. (2012). Building information modelling (BIM): now and beyond. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, 12(4), 15-30 .
- [5] CIC (2011). BIM Execution Planning Guide - Version 2.1. The Computer Integrated Construction Research Program, July, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA.
- [6] Isikdag, U., and Underwood, J. (2010). Two design patterns for facilitating Building Information Modelbased synchronous collaboration. *Automation in Construction*, 19(5), 544-553.
- [7] Kassem, M., Iqbal, N., Kelly, G., Lockley, S., and Dawood, N. (2014). Building information modelling: protocols for collaborative design processes. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*,19, 126-149.
- [8] Massachusetts Institute of Technology (MIT) (2012). MIT BIM Execution Plan v3.2. Massachusetts, USA.
- [9] PMI. (2017). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (6th ed.). Pennsylvania USA: Project Management Institute.
- [10] Teicholz, P. (2013). BIM for Facility Managers. New Jersey, U.S.: John Wiley & Sons.
- [11] Travaglini, A. (2014). Building information modeling (BIM) and project management: a stakeholder perspective. Guidelines for the successful implementation of BIM .
- [12] CIC (2009). BIM Project Execution Plan Document Template. Retrieved From: <http://www.xcubesolutions.com/web/wenjian/BIM+Project+Execution+Plan+Document+Template.pdf>. Accessed April 2015.
- [13] Fisher, J. (2011). BIM Technology Briefing Steering Committee. BIM Execution Plans. Retrieved From: [http://www.advsolinc.com/pdf/events/StLouis\\_BIMExecutionPlan.pdf](http://www.advsolinc.com/pdf/events/StLouis_BIMExecutionPlan.pdf). Accessed March 2015.
- [14] Sriram Changali, Azam Mohammad, and Mark van Nieuwland. "The construction productivity imperative". July 2015. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/the-construction-productivity-imperative>. Visitado julio 2015.

---

## WHAT DO YOU THINK?

To discuss this paper, please submit up to 500 words to the editor at [bm.edificacion@upm.es](mailto:bm.edificacion@upm.es). Your contribution will be forwarded to the author(s) for a reply and, if considered appropriate by the editorial panel, will be published as a discussion in a future issue of the journal.

# Process of the legalization of cave-house as house

## Proceso para la legalización de una casa cueva como vivienda

**LUIS JIMÉNEZ LÓPEZ**

Graduado en Ingeniería de Edificación y Arquitecto Técnico. Instituto Nacional de las Cualificaciones. Ministerio de Educación y Formación Profesional. C/ Paseo del Prado 28, 1º planta. [luis.jimenez@educacion.gob.es](mailto:luis.jimenez@educacion.gob.es)

- ◊ The caves and natural shelters have been widely used by humans since the Upper Paleolithic.
- ◊ The cave houses present certain difficulties in their urban and technical regulation.
- ◊ The last statistic real data on cave houses was made by the National Institute of Statistics in 1981. They constitute thousands of homes that do not appear as such in town halls, or even in the cadaster.

**25.000 caves and house-caves exist between the provinces of Almería and Granada, most of them need to restore as per estimates of the Councils, taking part of the vernacular architecture of the region. These constructions, which some of them are millennial, are being referent to new projects and architectural models, as consequence of the climate change and the different energetic crisis of these last years. To the cave houses, as to any other building, they are required for their functional adequacy or rehabilitation that meet the basic requirements established by the "LOE", Ley de Ordenación de la Edificación, to be considered a home. The realization of a study of the fulfillment of all the requirements for a cave house, would be an arduous task, given the diversity and complexity of these constructions, so this study only tries to analyze the process necessary for its legalization from the point of urbanistic as housing. The study has been focused in the province of Almeria, especially in the locality of Cuevas de Almanzora, that does not count with any specific regulation on caves and house-caves and per the estimates of the Council, it counts with approximately 800 units, very few rehabilitated and many pending rehabilitation and legalization as housing.**

*House cave; Vernacular architecture; Climate change; Requirement of habitability; Millennial constructions.*

- ◊ Las cuevas y abrigos naturales, han sido muy utilizadas desde el Paleolítico Superior.
- ◊ Las casas cueva presentan dificultades en su regulación urbanística y técnica.
- ◊ La última estadística sobre casas cueva la realizó el Instituto Nacional de Estadística en 1981. Constituyen miles de viviendas que no constan como tales en los ayuntamientos, ni en el catastro.

**Entre las provincias de Almería y Granada existen unas 25.000 cuevas y casas - cueva, muchas de ellas por rehabilitar según estimaciones de los ayuntamientos, formando parte de la arquitectura vernácula de la comarca. Estas construcciones, algunas de ellas milenarias, están siendo referentes para nuevos proyectos y modelos arquitectónicos, como consecuencia del cambio climático y de las distintas crisis energéticas de estos últimos años. A las casas - cuevas, como a cualquier otra edificación, se les exige para su adecuación funcional o rehabilitación que cumplan los requisitos básicos establecidos por la LOE, Ley de Ordenación de la Edificación, para poder ser considerada vivienda. La realización de un estudio del cumplimiento de todos los requisitos para una casa - cueva, sería una tarea ardua, dada la diversidad y complejidad de estas construcciones, por lo que este estudio solo trata de analizar el proceso necesario para su legalización desde el punto de vista urbanístico como vivienda. El estudio se ha centrado en la provincia de Almería, concretamente en la localidad de Cuevas del Almanzora, que no cuenta con ninguna regulación específica sobre cuevas ni casas-cueva, y que, según estimaciones del ayuntamiento cuenta con aproximadamente 800 unidades, muy pocas rehabilitadas y muchas pendientes de rehabilitación y de legalización como vivienda.**

*Casa cueva; Arquitectura vernácula; Cambio climático; Requerimientos de habitabilidad; Construcciones milenarias.*

### 1. INTRODUCCION. DATOS DE PARTIDA

La mención en este documento a cuevas o hábitat excavado se refiere a la forma de organización de asentamientos humanos en zonas naturales o excavadas en la tierra, a modo de cavernas. Esta forma de organización en grupos humanos prehistóricos es muy típica de determinadas zonas geográficas en España, especialmente en Andalucía, si bien es cierto que su denominación común es de cuevas artificiales, bien excavadas o subterráneas. Las cuevas y abrigos

naturales, han sido muy utilizadas por los humanos desde el Paleolítico Superior (figura 1).

*"Pero existe un sistema de vivienda más original [1]. En muchos lugares, las colinas están formadas por un terreno muy blando, pero muy resistente a las acciones atmosféricas, ...cuando han excavado de esta forma un metro continúan ensanchando bruscamente hasta obtener las dimensiones de una habitación; y una vez provista la entrada de una puerta de madera, la casa esta hecha; al fondo y al lado de la primera habitación se pueden construir otras. Para la ventilación y para el humo se practica en la cima de la colina un agujero que sirve de chimenea y que comunica con una de las habitaciones".*



Figura 1: Vistas del paraje los silos de Cuevas del Almanzora. Fotografía realizada por el autor.

Vitruvio [2] lo definía así en su libro: *“en los primeros tiempos, los humanos pasaban la vida como las fieras salvajes, nacían en bosques, cuevas y selvas y se alimentaban de frutos silvestres”*.

Es curioso cómo, en algunas áreas, no solo de España, sino en distintas regiones del mediterráneo (figura 2), las cuevas se organizan en barrios y se excavan sin necesidad de proyecto, ni la intervención de arquitecto u otro técnico. Las formas y dimensiones de las cuevas dependen del tipo de roca donde se ha excavado, y sobre todo de las necesidades familiares de la persona que la lleva a cabo. Por otro lado, al mantener una temperatura uniforme a lo largo de todo el año, suelen considerarse, en muchos casos, construcciones sostenibles.



Figura 2: Hábitat excavado en Santorini (Grecia). Fotografía realizada por el autor.

En la localidad de Cuevas del Almanzora, donde se ha centrado este estudio de legalización de una casa cueva, existe un amplio espectro representativo de las distintas tipologías de cuevas y de casas-cueva, encontrándose algunas de ellas rehabilitadas (figura 3) y otras muchas pendientes de rehabilitación.

En Cuevas del Almanzora, al igual que en muchos ayuntamientos de España, las casas-cueva presentan ciertas dificultades en su regulación urbanística y técnica, debido, entre otros, a la dificultad de demostrar que las exigencias de

habitabilidad, seguridad y salubridad, son similares a las requeridas para una vivienda habitual. En definitiva, al cumplimiento de los requisitos básicos establecidos hoy día por la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE) [3].

Además de esta zona, existen numerosos ejemplos de arquitectura excavada en el territorio español, especialmente en otras regiones de Andalucía y en comunidades como las de Aragón, Castilla la Mancha, Castilla y León, Madrid, Navarra y Valencia. Encontrándose también edificaciones excavadas en la Comunidad Canaria. Estos hábitat excavados se corresponden con la España sedimentaria: arcillosa y calcárea (figura 5). Fuera de España existen también en Túnez, Turquía, Francia, Australia y en la meseta de Loes en China, donde se están llevando a cabo soluciones constructivas adaptadas al terreno desde el punto de vista bioclimático, aprovechando entre otros, la propia inercia térmica.



Figura 3: Detalle de cueva en Cuevas del Almanzora. Fotografía realizada por el autor.



Figura 4: Trabajos de desescombro tras el accidente en casa cueva en Cuevas del Almanzora. Fotografía realizada por el autor.

### 1.1. SITUACIÓN ACTUAL

La situación actual de las casas-cueva necesita una urgente regulación desde el punto de vista urbanístico y técnico. Un ejemplo claro de esta situación, aún sin resolver, fue el accidente ocurrido el 14 de octubre de 2011 en la barriada de El Realengo en Cuevas del Almanzora (figura 4), donde murieron tres personas y varias casas cueva quedaron sepultadas. Este hecho puso de manifiesto la situación en las que se encuentra esta tipología constructiva: la ausencia de una regulación, tanto técnica como urbanística, necesaria para la adecuación funcional y por supuesto la legalización como viviendas, muchas de ellas habitadas en la actualidad.

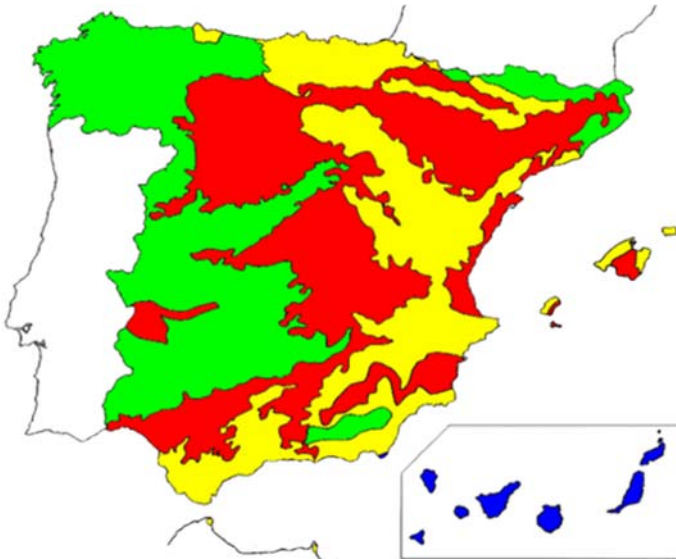


Figura 5: Zonas de España sedimentaria: arcillosa (roja) y calcárea (amarilla).

El accidente en la barriada del Realengo se debió a dos hechos fundamentales: por un lado, la falta de una regulación urbanística, ya que las viviendas estaban consideradas fuera de ordenación e incluso con dificultades para demostrar titularidad del terrero en el momento de su construcción, de forma escalonada y a distintas alturas. Por otro lado, la falta de control técnico, que permitía que los usuarios de las viviendas realizarán adecuaciones funcionales (incluso autoconstrucción) con cierta libertad, y que, aprovechándose de la falta de regulación, excavasen de forma descontrolada transformando las edificaciones en inseguras, sin garantizar, además, los requisitos de habitabilidad exigidos para que puedan considerarse como vivienda, en muchos de los casos.

Las provincias de Almería y Granada, según las estimaciones con las que trabajan que trabajan las diputaciones, aglutinan unas 25.000 cuevas y casas-cueva, situadas en localidades como Terque, Gádor, Pulpí y Cuevas del Almanzora en Almería y en Guadix, Valle del Zabalí, Caniles en Granada o las propias capitales andaluzas (la Chanca en Almería y Sacromonte de Granada). Constituyen miles de viviendas que no constan como tales en los ayuntamientos, ni siquiera en catastro, salvo algunas consideraciones hechas en Guadix (figuras 6 y 7) o en Terque en Almería.

La última estadística con datos reales la realizó el Instituto Nacional de Estadística en 1981, aun cuando en Andalucía en 1989 no existían datos correctos de las viviendas consideradas como cuevas o casas cueva. Incluso en la actualidad, cualquier consulta realizada a la página virtual de catastro, salvo algunas localidades como Guadix (ver figuras 6 y 7), carece de reseñas de viviendas consideradas como casas cueva o cuevas-vivienda. Tampoco existe un estudio que diferencie entre aquellas que son residencia habitual, segunda residencia, o se trate de viviendas turísticas. De hecho, hoy día, algunos propietarios se están aprovechando de la regulación urbanística relacionadas con turismo, para convertirlas precisamente en apartamentos y hoteles de turismo rural, facilitando en muchos casos su conservación.

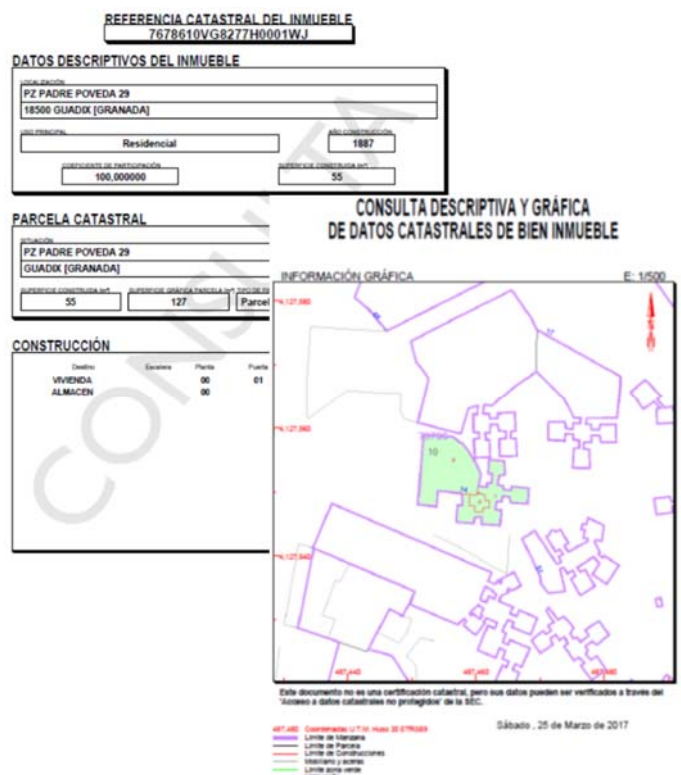


Figura 6: Detalle de datos catastrales de casa cueva reconocida como vivienda siendo una casa cueva.



Figura 7: Fachada de la casa cueva reconocida como vivienda en Guadix (ver hoja catastral).

## 1.2. CONDICIONANTES URBANÍSTICOS Y TÉCNICOS

Es importante lo que especifica la Guía sobre las Cuevas de Granada [5], de la Diputación Provincial, en el proyecto Eurocuevas, sobre la situación y aspectos legales de las cuevas: *“...el principal problema que presentan las cuevas históricas, desde el punto de vista jurídico, lo constituye la falta de existencia de cualquier regulación normativa sobre la materia, lo que hace que su pretendida “regularización jurídica” precise, de un estudio prácticamente individualizado -caso por caso, o mejor cueva por cueva-, tendente a poder clasificarlas dentro de los procedimientos de regularización jurídica-registral de las cuevas”.*

El abogado Francisco García Gómez de Mercado [6] comenta en su artículo “La creciente importancia del subsuelo y su tratamiento urbanístico”: *“es probable que el uso del subsuelo pueda intensificarse más aún, y, así, la tradicional limitación de su uso solo para aparcamientos y cuartos de servicio e instalaciones... Quién sabe, tal vez en el futuro tengamos viviendas modernas en el subsuelo (más allá de las casas-cueva que todavía existen en algunos lugares)”.*

### 1.2.1. CONDICIONANTES URBANÍSTICOS

Según especifica el artículo 25.1 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos, referente al derecho a una vivienda digna, *“Toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure, así como a su familia, la salud y el bienestar, y en especial la alimentación, el vestido, la vivienda, la asistencia médica y los servicios sociales necesarios...”*

También el Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana, define varios conceptos importantes a tener en cuenta:

- ◆ **Infravivienda:** es la edificación, o parte de ella, destinada a vivienda, que no reúne las condiciones mínimas exigidas de conformidad con la legislación aplicable. Se entiende que no reúnen dichas condiciones aquellas viviendas que incumplan los requisitos de superficie, número, dimensión y características de las piezas habitables, las que presenten deficiencias graves en sus dotaciones e instalaciones básicas y las que no cumplan los requisitos mínimos de seguridad, accesibilidad universal y habitabilidad exigibles a la edificación.
- ◆ **Residencia habitual:** es aquella que constituya el domicilio de la persona y que la ocupa durante un período superior a 183 días al año.

A estas definiciones hay que añadir lo indicado también por la Ley 1/2010, de 8 de marzo, Reguladora del Derecho a la Vivienda en Andalucía [7], que especifica que se entenderá por vivienda digna la que reúna, al menos, los siguientes requisitos:

- ◆ Que se trate de una edificación fija y habitable, constituyendo, a efectos registrales, una finca independiente.
- ◆ Que sea accesible, particularmente las destinadas a titulares con necesidades especiales.
- ◆ Que sea una vivienda de calidad.

Aunque está claramente definida lo que es una infravivienda, bastaría justificar el cumplimiento de los requisitos especificados, para que, desde el punto de vista urbanístico y técnico, los ayuntamientos y administraciones públicas competentes promuevan la recuperación y conservación de las casas-cueva.

En Cuevas del Almanzora, y según indicaciones de los servicios municipales, en el municipio (casco histórico y pedanías) existen más de 800 cuevas, de las que más de la mitad pueden tener la consideración de vivienda (figura 8) y la otra mitad están por realizar la adecuación funcional, para el uso como vivienda, siempre que cumplan los requisitos básicos comentados anteriormente. De la primera mitad pueden considerarse segunda residencia la mayoría de ellas, aunque algunas son viviendas permanentes, a pesar de que solo un porcentaje mínimo se encuentra registrado como tal.



Figura 8: Ejemplo de casa-cueva en Cuevas del Almanzora en Almería. Fotografía realizada por el autor.

Con respecto a la calidad de la vivienda, el artículo 3 de la citada ley especifica que: *“Las viviendas que se construyan en Andalucía tendrán que ser viviendas dignas y adecuadas, debiendo incorporar parámetros sostenibles y de eficiencia”.* Concretamente, en la localidad de Baza (Granada) se están realizando casas cueva de nueva construcción.

Es curioso destacar que además indica la Ley que debe buscarse la “adaptación a las condiciones climáticas, así como minimización de impactos ambientales”, parámetros que muchas casas-cueva desde hace muchos años vienen cumpliendo, ya que por un lado se aprovecha el material de excavación para el suelo exterior o placeta y mantienen a lo largo del año la temperatura interior debido entre otros a la su gran inercia térmica.



### 1.2.2. CONDICIONANTES TÉCNICOS

La LOE, en su introducción, comenta que el sector de la edificación en un sector económico que repercute en el conjunto de la sociedad y en los valores culturales que entraña el patrimonio arquitectónico pero que, carece de una regulación acorde con esta importancia. Así, la regulación del suelo contrasta con una gran variedad de normas cuyo conjunto presenta muchas y serias lagunas en el complejo proceso de la edificación, siendo necesario establecer unos requisitos mínimos de funcionalidad, de seguridad y de habitabilidad necesarios para garantizar la calidad.

La LOE, en definitiva, trata de fomentar la calidad estableciendo los requisitos básicos necesarios para toda edificación, y sobre todo establecer las obligaciones de los distintos agentes del proceso constructivo. Por un lado, se fijan las responsabilidades de los agentes y, por otro, se establecen las garantías que protejan al usuario, sobre todo para dar cumplimiento al derecho de una vivienda digna y adecuada.

La Ley se aplica al proceso de la edificación, es decir, la de construir edificaciones de carácter permanente, tanto públicas o privadas. Pero también tienen esta consideración:

- ♦ Las obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación que alteren la configuración arquitectónica de los edificios, ya sea intervención total o las parciales que produzcan una variación esencial de la composición general exterior, la volumetría, o el conjunto del sistema estructural, o tengan por objeto cambiar los usos característicos del edificio.
- ♦ Las obras de intervención total en edificaciones catalogadas o que dispongan de algún tipo de protección de carácter ambiental o histórico artístico, regulada a través de normas legales o documentos urbanísticos, y aquellas otras de carácter parcial que afecten a los elementos o partes objeto de protección.

En el artículo 3 se establecen los requisitos básicos que tiene que tener cualquier edificación, de manera que con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente, los edificios deberán proyectarse, construirse, mantenerse y conservarse de tal forma que se satisfagan los requisitos básicos siguientes:

- ♦ Los relativos a la funcionalidad: para su utilización (formas, dimensiones e instalaciones necesarias), accesibilidad y acceso a los distintos servicios de comunicación (telecomunicación y audiovisual).
- ♦ Los relativos a la seguridad: tanto estructural (resistencia mecánica y estabilidad) como en caso de incendio (evacuación y permitiendo el acceso a los equipos de extinción y rescate) y de utilización (su uso no suponga un riesgo).

- ♦ Los relativos a la habitabilidad: salubridad, protección frente al ruido, ahorro de energía.

Como sabemos es el CTE, el Código Técnico de la Edificación [8], el que establece las exigencias básicas para el cumplimiento de los requisitos básicos establecidos en la LOE. Es evidente que tal y como está planteado, algunos parámetros y exigencias no se podrán cumplir en el caso de una casa-cueva, dado que está pensado para tipologías edificatorias de nueva construcción, donde las dimensiones mínimas, alturas, iluminación, ventilación, etc., deben quedar garantizadas.

Sin embargo, hay algunas actuaciones comunitarias, como en el caso de la Comunidad Canaria, que complementa esta situación no contemplada en el CTE, con la publicación del Decreto 117/2006 [9], por el que se regulan las condiciones de habitabilidad de las viviendas y el procedimiento para la obtención de la cédula de habitabilidad. En él define una casa-cueva, como las cuevas que han sido objeto de transformación para destinarlas a un uso residencial, y que se han venido destinando, con forma permanente o por temporada, a ese uso. Las casas-cueva que a la fecha de publicación del Decreto, se destinaban a uso residencial (permanente o por temporada) pueden tener la consideración de vivienda, siempre que ya tengan concedida la cédula de habitabilidad.

Para que una casa-cueva pueda contar con cédula de habitabilidad se tienen que cumplir unas condiciones mínimas, que se establecen en su anexo II (adaptadas específicamente para las casas-cueva), siendo necesario la emisión de informe previo positivo por los servicios técnicos municipales en el que se cumplan dichas condiciones, excepto en lo que se refiere a la estabilidad y seguridad estructural, que será justificada por una certificación realizada por un técnico competente.

Por lo tanto, deberá aportarse para obtener la cédula de habitabilidad:

- ♦ Documento que acredite la propiedad de la casa-cueva, o titularidad de un derecho real sobre la misma.
- ♦ Informe municipal sobre su uso residencial, permanente o por temporada, así como sobre el tiempo que viene destinándose a ese uso, previa legalización técnica con la justificación de las exigencias mínimas establecidas en el anexo II del Decreto.
- ♦ Certificación de técnico competente, debidamente visado que acredite la adecuada seguridad estructural de la casa-cueva.

Como vemos, este decreto puede servir de referencia a muchas Comunidades Autónomas donde existan cuevas y casas-cueva, como es el caso de Andalucía.

### 1.3. ESTUDIOS REALIZADOS SOBRE EL HÁBITAT EXCAVADO

La Junta de Andalucía realizó en 1989 un estudio basado en

datos estadísticos de distintas poblaciones, entre las que se encuentra Cuevas de Almanzora, sobre Arquitectura subterránea: cuevas de Andalucía, conjuntos habitados [10]. En él se pone de manifiesto entre otros, los datos constructivos y tipológicos de las cuevas y casas-cueva, estableciendo algunas bases para la rehabilitación del conjunto monumental de casas excavadas en Andalucía, poniendo como ejemplo la del barrio de la Chanca en Almería e identificando distintos conjuntos patrimoniales.

También María Eugenia Urdiales Viezma, en 1987 hizo un estudio de las Cuevas de Andalucía: evolución, situación y análisis demográfico, pero solo de la provincia de Granada [11], en la Monografía 3 publicado por la Junta de Andalucía.

En 2007, la Diputación de Granada, dentro del proyecto denominado Eurocuevas, realizó un estudio denominado “Cuevas en la provincia de Granada: aspectos técnicos, urbanísticos, legales, patrimoniales y perspectivas para el desarrollo local en la provincial”, cuyo objeto primordial era la rehabilitación del patrimonio cultural en la provincia.

Por otro lado, en la Universidad Politécnica de Madrid, Javier de Cárdenas y Chávarri, Luis Maldonado Ramos, María del Mar Barbero Barrera e Ignacio Javier Gil Crespo, han realizado varios estudios sobre “La sostenibilidad y mecanismos bioclimáticos de la arquitectura vernácula española: el caso de las construcciones subterráneas” [12], en 2008, para la XIV Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura (Fundación Diego de Sagredo, ETS de Arquitectura de Madrid).

Este estudio establece que *“las construcciones subterráneas constituyen uno de los tipos de arquitectura vernácula más extendidos por el territorio español ... Al mismo tiempo se analizarán los mecanismos de aprovechamiento energético característicos de este tipo de construcciones y que han determinado las posibilidades de habitabilidad y uso”*.

En el caso de la provincia de Almería, también hay varios estudios realizados, destacando el de Antonio Gil Albarracín en 1992, denominado: Arquitectura y tecnología popular en Almería, Editorial G.B.G. Colegio de Arquitectos de Almería [13]. En él se analizan aspectos constructivos, funcionales e incluso culturales, de poblaciones y casas cuevas en la provincia de Almería, entre las que se encuentra también las de la localidad de Cuevas del Almanzora.

Entre las investigaciones realizadas específicamente en casas cueva, es interesante la Tesis Doctoral de Beatriz Piedecausa García, denominada “La Vivienda Tradicional excavada: las Casas- Cueva de Crevillente, Análisis Tipológico y Medidas de Calidad del aire” [14], realizada en la Universidad de Alicante en 2011. La Tesis está totalmente enfocada en el estudio tipológico de la vivienda tradicional excavada, por un lado, analizado desde su origen (origen animal y troglodita) y a nivel mundial, español y comunitario.

Posteriormente ha realizado distintos estudios sobre la calidad ambiental, estudiando sobre todo el nivel de radón en las cuevas subterráneas y excavadas en la población, población que cuenta con innumerables casas cueva integradas urbanísticamente en la ciudad (figura 9).



Figura 9: Barrio con casas cueva en Crevillente (Alicante). Fotografía realizada por el autor.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL ANÁLISIS

A raíz de lo anteriormente expuesto, son muchas las preguntas que quedan por plantear: Realmente, ¿cumple una casa cueva con las condiciones de habitabilidad que se les exige hoy día a las viviendas?, y fundamentalmente ¿puede considerarse una casa-cueva como una vivienda digna? Estas son algunas de las preguntas que quedan sin resolver tras la visita a muchas de ellas. Por otro lado, la bibliografía existente carece de datos fiables que lo justifiquen.

La arquitectura excavada o arquitectura troglodítica ha pasado de ser considerada en los últimos años de infraviviendas (figura 10) a viviendas del futuro, como define M<sup>a</sup> Eugenia Urdiales Viedma [15] de la Universidad de Granada, en su artículo titulado “Las Cuevas-Viviendas en Andalucía: de infraviviendas a viviendas de futuro”. Este tipo de construcciones aprovechan en parte los recursos naturales



Figura 10: Casa-cueva abandonada en la zona de Terque en Almería. Fotografía realizada por el autor.

en la zona donde se ubican, como es el propio suelo consolidado. La inercia térmica aportada por su grandes muros sirven para mantener un confort térmico interior propicio, si bien el exceso de lluvia o el incremento de la sequía está haciendo mella es su estabilidad y seguridad.

### 3. CASO DE ESTUDIO

Con objeto de analizar el proceso de gestión de la legalización de una casa cueva, se ha considerado un caso concreto de estudio que cumple los siguientes requisitos: ser residencia habitual con varios años de antigüedad, estar adecuada cumpliendo bastantes de los requisitos técnicos (de habitabilidad, seguridad y salubridad), mantener la tipología de casa cueva tradicional y estar sin legalizar en el momento de la redacción del documento.

La casa cueva, denominada “del Sierro” objeto de estudio, está ubicada en una cañada próxima a la carretera comarcal N-332 en La localidad de Cuevas del Almanzora, donde se localizan un conjunto de cuevas en diferentes estados de conservación (acondionadas y abandonadas) diseminadas por el paraje rural. En la figura 11 se puede observar el estado de la cueva antes de su rehabilitación, así como algunos de los detalles constructivos y forma abovedada de las habitaciones.

En la actualidad la cueva esta rehabilitada y es residencia habitual. Se ha mantenido la tipología de cueva tradicional excavada, aunque con mejoras en su protección frente a la humedad. En la fachada exterior, además de mejorar la evacuación de aguas se le ha añadido algunos elementos de sombreadamiento. También se le ha añadido como construcción anexa, un porche y almacén (figuras 12 y 13).



Figura 11: Detalle del interior de la cueva antes de la rehabilitación y adecuación funcional. Fotografía realizada por el autor.

#### 3.1. GEOMETRÍA Y DIMENSIONES

La edificación estudiada es fruto de la unión de dos cuevas (figura 14), por lo que presenta dos puertas de acceso al exterior. Sus antiguos inquilinos eran arrieros, por lo que se han conservado muchos elementos constructivos usados para



Figura 12: Vista exterior de cueva rehabilitada y sus construcciones anexas. Fotografía realizada por el autor.



Figura 13: Vista general de cueva en su fachada principal. Fotografía realizada por el autor.

las cuadras a modo de decoración. La planta presenta una disposición lineal con la mayoría de sus dependencias situadas a lo largo de la fachada principal, como se observa en la figura 14.

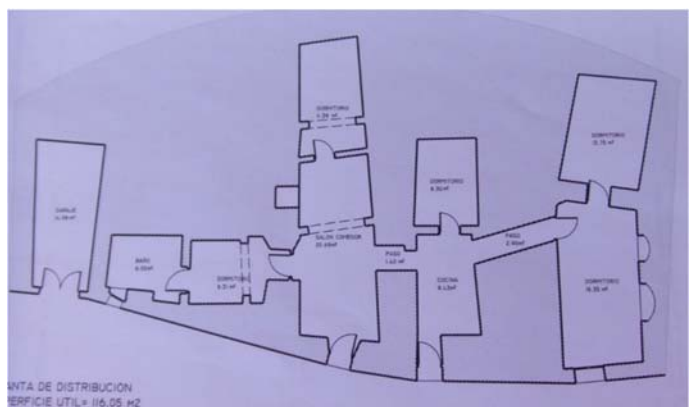


Figura 14: Planta general de la cueva del Sierro.

La distribución en la actualidad está compuesta por cinco dormitorios, cocina, salón comedor y baño, con una superficie útil de 116 m<sup>2</sup>. Posee asimismo de una dependencia con acceso al exterior, pero no conectada con la vivienda que hizo las veces de almacén de carruajes y que en la actualidad tiene uso de almacén y de cuarto de instalaciones. Se han mantenido los dos accesos preexistentes (figura 15),



Figura 15: Fachada principal con las dos puertas de acceso existentes. Fotografía realizada por el autor.

siendo uno de ellos para la cocina y el otro el principal. También, los otros dos huecos usados como ventanas exteriores, uno en un dormitorio y otro en el baño, están organizados para dar iluminación al interior (figuras 16 y 17), gracias al diseño de las puertas interiores está iluminación alcanza las dependencias que carecen de huecos al exterior.



Figura 16: Detalle de huecos de paso y habitaciones interiores para tener luz natural y ventilación. Fotografía realizada por el autor.



Figura 17: Detalles de baño y habitación al exterior. Fotografía realizada por el autor.

Dado que son muchos los parámetros a analizar, sobre todo desde el punto de vista técnico (habitabilidad, seguridad y salubridad), que harían este estudio exhaustivo, y teniendo en cuenta el interés de los propietarios en conocer si existe la posibilidad de legalizar la casa-cueva como vivienda, el análisis se ha centrado exclusivamente en la justificación de los requisitos urbanísticos necesarios para su legalización.

### 3.2. ANÁLISIS DE LOS REQUISITOS URBANÍSTICOS NECESARIOS PARA LA LEGALIZACIÓN

El proceso para llevar a cabo la gestión de la legalización, parte del estudio de las leyes y normas urbanísticas que pueden afectar en la localidad a la casa cueva objeto de estudio, tanto de carácter nacional como comunitario y local.

En primer lugar, se ha analizado el Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana [16]. Ésta tiene por objeto, para todo el territorio nacional, *“impulsar y fomentar sobre todo rehabilitación de los edificios y a la renovación de los tejidos urbanos existentes, asegurando a los ciudadanos una adecuada calidad de vida y a disfrutar de una vivienda digna y adecuada”*.

La actuación edificatoria comprende, entre otras, la realización de obras y trabajos de mantenimiento necesarios para una rehabilitación adecuada según establece la LOE. Por otro lado, a las actuaciones tradicionales legalmente asentadas en el ámbito rural también se consideran actuaciones edificatorias.

La ley define los suelos rurales a: los terrenos de protección o policía del dominio público, los de la naturaleza o de patrimonio cultural y los protegidos, como los ecológicos, agrícolas, ganaderos, forestales y paisajísticos, así como aquéllos con riesgos naturales o tecnológicos. También los son los suelos previstos para su transformación mediante la urbanización.

Por otro lado, son suelos urbanizados los que, estando legalmente integrado en una malla urbana conformada por una red de viales, dotaciones y parcelas propia del núcleo o asentamiento de población del que forme parte, cumplen entre otros, el haber sido urbanizados con el correspondiente instrumento de ordenación y *“tener instaladas y funcionando las infraestructuras y los servicios necesarios, para satisfacer la demanda de los usos y edificaciones existentes o previstos por la ordenación urbanística o poder llegar a contar con ellos sin otras obras que las de conexión con las instalaciones preexistentes”*. También se encuentra en la situación de suelos urbanizados, los incluidos en los núcleos rurales tradicionales legalmente asentados en el medio rural, siempre que la legislación urbanística les atribuya la condición de suelo urbano o asimilada.

Dado que muchas cuevas y casas cueva se encuentran en suelo rustico e incluso en suelo urbano o asimilado en la zona

de Cuevas del Almanzora, he analizado lo que se indica al respecto el Decreto 2/2012, de 10 de enero, por el que se regula el régimen de las edificaciones y asentamientos existentes en suelo no urbanizable en la Comunidad Autónoma de Andalucía [17], ya que la casa cueva objeto de estudio está en el medio rural.

Según se describe en el Decreto, la complejidad de los procesos territoriales y las modificaciones habidas en el marco normativo, hacen que convivan en esta clase de suelo (no urbanizable) situaciones muy dispares, que demandan un tratamiento diferenciado. Es por ello que el Decreto tiene como objetivo principal clarificar el régimen aplicable a las distintas situaciones en que se encuentran las edificaciones existentes en suelo no urbanizable, estableciendo los requisitos esenciales para su reconocimiento por el Ayuntamiento y su tratamiento por el planeamiento urbanístico. En este sentido desarrolla y complementa al Decreto 60/2010, de 16 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Disciplina Urbanística de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Actualmente, existen en el suelo no urbanizado, edificaciones en diferentes situaciones por sus características, incluso por su origen y ubicación, además del uso. Diferencia las situaciones en las que se encuentran las edificaciones tanto por su forma de implantación (aisladas, asentamientos urbanísticos, hábitat rural diseminado) como por su adecuación (con o sin licencia, fuera de ordenación, etc). Por eso pretende, entre otros el reconocimiento de su situación jurídica y satisfacer el interés general (preservar los valores propios en este tipo de suelo).

Se distinguen varias situaciones, según la forma de ubicación de las edificaciones en el suelo no urbanizable:

- ◆ Edificaciones aisladas: edificaciones o agrupaciones de edificaciones que no llegan a constituir un asentamiento (figura 18).
- ◆ Asentamientos urbanísticos: ámbitos consolidados por



Figura 18: Ejemplo de varias casas cuevas formando edificaciones aisladas.

edificaciones próximas entre sí, generadoras de actividades propiamente urbanas, con entidad suficiente como para necesitar infraestructuras, dotaciones y los servicios urbanísticos básicos.

- ◆ Asentamientos que constituyen Hábitat Rural Diseminado: Ámbitos territoriales sobre los que se ubican un conjunto de edificaciones sin estructura urbana y ligadas en su origen a la actividad agropecuaria y del medio rural (pueden demandar infraestructuras, dotaciones o servicios comunes).

En el caso de estudio, se considera una edificación aislada, ya que no existe conjunto de edificaciones cercanas que constituyan un hábitat rural diseminado.

Analizando el Decreto, podemos distinguir varias situaciones jurídicas en las edificaciones aisladas:

- ◆ Edificaciones ajustadas al ordenamiento territorial y urbanístico vigente en el municipio. En este grupo deben diferenciarse:
  - ◇ Las construidas con licencia urbanística.
  - ◇ Edificaciones construidas sin licencia urbanística, o contraviniendo sus condiciones.
- ◆ Edificaciones no ajustadas al ordenamiento territorial y urbanístico vigente en el municipio. En este grupo deben diferenciarse:
  - ◇ Edificaciones en situación legal de fuera de ordenación, pero con licencia urbanística.
  - ◇ Edificaciones en situación de asimilado al régimen de fuera de ordenación, pero construidas sin licencia urbanística o contraviniendo sus condiciones.
  - ◇ Edificaciones construidas sin licencia urbanística o contraviniendo sus condiciones.

La casa cueva objeto de estudio se considera una edificación en situación de asimilado fuera de ordenación, ya que los trabajos de adecuación se realizaron sin licencia de obras.

Según el Decreto, cuando no exista Plan General de Ordenación Urbana o no este definida esta situación, los Ayuntamientos, a través de Ordenanza Municipal, regularán las normas mínimas de habitabilidad y salubridad de las construcciones o edificaciones en suelo no urbanizable, independientemente al uso a que se destinen.

En la mayoría de los casos que he visto en las distintas visitas a Cuevas de Almanzora, las cuevas que se han restaurado y adecuado como vivienda, se encuentran en la situación de asimilado al régimen de fuera de ordenación y merece la pena destacar el procedimiento y situación para que puedan legalizarse.

### 3.2.1. PROCESO PARA LA LEGALIZACIÓN DE EDIFICACIONES EN SITUACIÓN DE ASIMILADO AL RÉGIMEN DE FUERA DE ORDENACIÓN EN ANDALUCÍA

Para que las edificaciones sean objeto de reconocimiento de la situación de asimilado al régimen de fuera de ordenación, es necesario que ya se encuentren terminadas, es decir, adecuadas al uso al que se destina. Una vez que se le concede el reconocimiento de la situación de asimilado al régimen de fuera de ordenación, solo se podrán autorizar obras de reparación y conservación que exija mantener las condiciones de habitabilidad, seguridad y salubridad del inmueble. Cuando en una edificación en la situación de asimilado al régimen de fuera de ordenación, no disponen de acceso a redes de infraestructuras, o cuando dicho acceso se haya realizado sin licencia urbanística, se tendrán que realizar mediante instalaciones de carácter autónomo, ambientalmente sostenibles y sujetas en todo caso a la normativa sectorial aplicable.

En el caso de estudio, la instalación de abastecimiento de agua se realiza mediante aljibe con recuperación de agua de lluvia y el alcantarillado mediante fosa séptica y sistema de drenaje. Asimismo, dispone de instalación eléctrica suministrada por compañía suministradora.

Es importante destacar que el procedimiento para el reconocimiento de la situación de asimilado al régimen de fuera de ordenación para edificaciones aisladas corresponde al Ayuntamiento. El mismo se tramita y resuelve conforme a la legislación sobre régimen local y a las del procedimiento administrativo común, a las reglas procedimentales establecidas en la normativa urbanística y a las particulares establecidas en el Decreto 2/2012. Es el Ayuntamiento el que comunicará a la persona interesada la posibilidad o no de legalización de la edificación.

#### 3.2.1.1. INICIO DEL PROCEDIMIENTO

El procedimiento para el reconocimiento de la legalización de la edificación se inicia de oficio o mediante presentación de solicitud por el titular de la edificación dirigida al Ayuntamiento, acompañada de la documentación siguiente, realizada por técnico competente, que justifique los siguientes aspectos:

- ◆ Identificación del inmueble, indicando el número de finca registral si estuviera inscrita en el Registro de la Propiedad y su localización geográfica a través de la referencia catastral o, en su defecto, mediante cartografía oficial georreferenciada.
- ◆ Fecha de terminación de la edificación.
- ◆ Justificación de la edificación terminada para el uso a que se destina, mediante certificación que acredite que reúne las condiciones de habitabilidad, seguridad y salubridad.
- ◆ Descripción de las obras necesarias e indispensables para

poder dotar a la edificación de los servicios básicos necesarios o adecuarlas.

Los Ayuntamientos, bien mediante Ordenanza Municipal, podrán determinar cualquier otra documentación necesaria, así como establecer modelos normalizados de solicitud.

#### 3.2.1.2. INSTRUCCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Una vez entregada toda la documentación, el Ayuntamiento solicitará los informes pertinentes que resulten necesarios a los órganos y entidades administrativas que gestionan los intereses públicos afectados.

Por otro lado, los servicios técnicos municipales comprobarán la idoneidad de la documentación aportada con respecto a:

- ◆ La justificación o acreditación de la fecha de terminación de la edificación.
- ◆ La justificación del cumplimiento de las normas mínimas de habitabilidad y salubridad.
- ◆ La adecuación de los servicios básicos de la edificación.

Una vez que el Ayuntamiento analice la documentación comentada anteriormente y los informes emitidos, hará requerimiento sobre la realización de obras e instalaciones necesarias para que posibiliten, en su caso, la posterior contratación de los servicios básicos, fijando un plazo máximo tanto para la presentación del proyecto de adecuación (mediante documento descriptivo y gráfico suscrito por personal técnico competente) como para la ejecución de las obras.

Posteriormente, los servicios técnicos municipales, tras la ejecución correcta de las obras, emitirán el correspondiente informe previo a la resolución. El plazo máximo para resolver y notificar será de seis meses, comenzando desde la fecha en la que la solicitud tiene entrada en el registro del Ayuntamiento o desde el acuerdo por el que se inicia el procedimiento de oficio.

Como puede observarse, las distintas Leyes y Decretos relacionado con el suelo y edificación permiten la legalización de las cuevas en el territorio, por lo menos de Andalucía. Sin embargo, en Cuevas de Almanzora, es difícil ver algunas de ellas reguladas, por lo menos desde el punto de vista catastral, si bien un estudio pormenorizado e individual podría dar respuesta a su situación.

## 4. CONCLUSIONES

La gestión para la legalización de una casa-cueva para su uso como vivienda debe seguir el siguiente proceso:

- ◆ Realizar la toma de datos y verificaciones interiores, de manera que se justifiquen los requisitos técnicos establecidos por la LOE y el cumplimiento de las exigencias establecidas por el CTE. En el caso de no cumplirse, se

deben realizar las obras, las adecuaciones y las correcciones necesarias hasta su justificación.

- ◆ Realizar un informe técnico estructural que garantice que la casa cueva cumple con las exigencias de seguridad estructural establecida en el CTE.
- ◆ Realizar una georreferenciación con los vértices y datos necesarios para su inscripción en el registro de la propiedad, delimitando la forma y dimensiones.
- ◆ Realizar la tramitación de la legalización según el caso que proceda en el ayuntamiento; en el caso de estudio mediante el “reconocimiento de la situación de asimilado al régimen de fuera de ordenación”, como se ha podido ver anteriormente.

Hay que indicar que la mayor parte de estas construcciones se encuentran fuera del marco reglamentario, más desde el punto de vista legal que técnico. Sin embargo, sería necesario realizar un reconocimiento en la normativa urbanística de la población, para evitar los distintos impedimentos para su rehabilitación y permitir así su supervivencia.

Por tanto, para evitar la desaparición paulatina de este patrimonio excavado, se hace necesaria una intervención continua, así como “facilitar que se mantenga en uso pleno y en unas condiciones ambientales adecuadas”.

La evolución de la sociedad ha ido alterando el carácter original de estas viviendas en zonas urbanas y rurales, y en muchos casos la actividad de ocio (segunda residencia) ha acabado convirtiéndose en su mejor aliado para su conservación. En muchos lugares de la geografía española donde la excavación era una necesidad habitable, hoy se ha convertido en un reclamo turístico imprescindible para supervivencia arquitectónica. Este es el caso de Cuevas del Almanzora, como el de muchas otras poblaciones de Almería y especialmente en Granada.

En definitiva, el desarrollo de unas exigencias mínimas por parte de los ayuntamientos permitiría que muchas de ellas se conviertan no solo en una segunda residencia o de reclamo turístico, sino en otra tipología de vivienda tradicional, dentro del ordenamiento jurídico y urbanístico.

En este estudio he indicado cual sería el proceso para la legalización de una casa cueva, de manera que puedan dejar de considerarse infraviviendas. Dado que existen muchos antecedentes en cuanto a regulación urbanística y técnica en distintas zonas de España, faltaría el reconocimiento y una reglamentación adecuada para que los ayuntamientos pongan los medios necesarios para la legalización, y que los usuarios actuales, sometidos a muchos impedimentos, puedan definitivamente rehabilitarlas y adecuarlas a su uso como viviendas.

## 5. REFERENCIAS

- [1] Siret, M Louis. Les Provinces Espagnoles de Murcie Et D’almérie. Año 1887.
- [2] Vitruvio Polión, Marco Lucio. Los Diez Libros de Arquitectura. Editorial Iberia, Barcelona, 2000. ISBN 84-7082-045-1.
- [3] Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación. Texto consolidado. BOE.226, de 6 de 11 de 1999.
- [4] Delibes, Miguel. Las ratas. Ediciones Destino, S.A. Barcelona, 1993. ISBN 84-0724-7.
- [5] Cuevas en la provincia de Granada. Aspectos técnicos, urbanísticos, legales, patrimoniales y perspectivas para el desarrollo local en la provincia, Granada, Diputación de Granada.
- [6] García Gómez De Mercado, Francisco. 2006. La creciente importancia del subsuelo y su tratamiento urbanístico. Revista de Catastro de julio 2006, pp- 33-40.
- [7] Ley 1/2010, de 8 de marzo, Reguladora del Derecho a la Vivienda en Andalucía. BOJA 54, de 19 de marzo de 2010.
- [8] Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. BOE.74 de 28 de marzo de 2006.
- [9] Decreto 117/2006, de 1 de agosto, por el que se regulan las condiciones de habitabilidad de las viviendas y el procedimiento para la obtención de la cédula de habitabilidad. BOC nº 61 de 18 de agosto de 2006.
- [10] AA.VV. Arquitectura subterránea. Tomos I y II. Consejería de Obras Públicas y Transportes. Junta de Andalucía. Sevilla, 1989. ISBN 84-87001-02-5.
- [11] Urdiales Viedma, M. Eugenia: Cuevas de Andalucía. Evolución, situación y análisis demográfico en la provincia de Granada. Monografía 3. Tomos 1. Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía. Sevilla 1987, pp-25-340 ISBN - 84- 505-6510 -3 AA.VV.
- [12] Cárdenas y Chávarri, Javier de; Maldonado Ramos, Luis; Barbero Barrera, María del Mar y Gil Crespo, Ignacio Javier. 2008. Sostenibilidad y mecanismos bioclimáticos de la arquitectura vernácula española: el caso de las construcciones subterráneas. Actas del primer Congreso Medio Ambiente Construido y Desarrollo sustentable. La Habana. CUJAE-2008.
- [13] Gil Albarracín, Antonio. Arquitectura y tecnología popular en Almería. Editorial G.B.G. Colegio de Arquitectos de Almería, 1992, p-p 127-152. ISBN 84- 604-3801-5.
- [14] Piedecausa García, Beatriz. La vivienda tradicional excavada: las casas-cueva de Crevillente. Análisis tipológico y medidas de calidad del aire. Tesis doctoral, Universidad de Alicante. 2012.
- [15] Piedecausa García, Beatriz. La vivienda tradicional excavada: las casas-cueva de Crevillente. Análisis tipológico y medidas de calidad del aire. Tesis doctoral, Universidad de Alicante. 2012.
- [16] Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- [17] Decreto 2/2012, de 10 de enero, por el que se regula el régimen de las edificaciones y asentamientos existentes en suelo no urbanizable en la comunidad Autónoma de Andalucía. BOJA 19 de 30 de enero de 2012.

---

## WHAT DO YOU THINK?

To discuss this paper, please submit up to 500 words to the editor at [bm.edificacion@upm.es](mailto:bm.edificacion@upm.es). Your contribution will be forwarded to the author(s) for a reply and, if considered appropriate by the editorial panel, will be published as a discussion in a future issue of the journal.

# Public-private partnerships in the real estate sector in Colombia: risk assessment matrix and risk

## Alianzas público privadas en el sector inmobiliario en Colombia: una propuesta de matriz y asignación de riesgos

**DANIELA GONZÁLEZ**

Universidad de Los Andes, Department of Civil & Environmental Engineering. [d.gonzalez11@uniandes.edu.co](mailto:d.gonzalez11@uniandes.edu.co)

**LAURA GUTIÉRREZ-BUCHELI**

MSc, C.Eng, Universidad de Los Andes, Department of Civil & Environmental Engineering. [la.gutierrez725@uniandes.edu.co](mailto:la.gutierrez725@uniandes.edu.co)

**JOSÉ LUIS PONZ-TIENDA**

Universidad de Los Andes, Department of Civil & Environmental Engineering. [jl.ponz@uniandes.edu.co](mailto:jl.ponz@uniandes.edu.co)

**MATEO BONILLA**

Universidad de Los Andes, Department of Civil & Environmental Engineering.

◊ Considering the current situation in Colombia, where real estate projects are gaining strength in the field of PPPs, both an identification of the possible risks that will be incurred and an allocation of those responsible are necessary for the implementation of these projects.

◊ In this document, it was possible to identify those risks, classifying them into 10 variables: political, legal, economic, operational and management, technical, market, environmental and social, site, natural and others.

**The implementation of Public-Private Partnerships in infrastructure projects in Colombia has proven to be an efficient and innovative opportunity in the execution and management of projects that contribute to the development of the country. As expected, the increase in the use of these associations in infrastructure encourages other sectors to carry out their projects under the same figure. Currently, in the real estate sector, some projects that seek to maximize their benefits and mitigate their risks through the experience of the public entity and the private companies are under study, or in the structuring or execution phase. However, given its recent application, the real estate sector does not have a risk matrix to guide its parties regarding the risks each must assume. In this work, a first model of this matrix is constructed for the case of Colombia. This model will be supported by research from various national and international sources and studies. Additionally, based on the found information, an identification of the most frequent risks and those responsible for their prevention and mitigation are assigned. This process allowed us to conclude that the existing matrix used in the PPPs of the real estate sector in Colombia is very general and, therefore, does not consider several evident risks like for example political, those that consider the relationship between the involved parties and the residual risk. For risk allocation, it is proposed the public sector to be responsible for political risks and at least for most of the legal risks. In the case of technical, market and general project management risks, the private sector must assume the higher percentage. Finally, social and environmental/natural risks must enter negotiation to be assigned to the party that best manage them and at a lower cost.**

*Public-private partnership (PPP); risk matrix; risk allocation; real estate; Colombia.*

◊ Teniendo en cuenta la situación actual en Colombia, donde los proyectos inmobiliarios se están fortaleciendo en el campo de las PPP, es necesario identificar tanto los posibles riesgos en los que se incurrirá como la asignación de los responsables para la implementación de estos proyectos.

◊ En este documento, fue posible identificar esos riesgos, clasificándolos en 10 variables: políticas, legales, económicas, operativas y de gestión, técnicas, de mercado, ambientales y sociales, de sitio, naturales y otras.

**La implementación de asociaciones público privadas en los proyectos de infraestructura de Colombia, ha demostrado ser una oportunidad eficiente e innovadora en la ejecución y gestión de proyectos que contribuyen al desarrollo del país. Como es de esperarse, el aumento del uso de estas asociaciones en infraestructura incentiva a otros sectores a realizar sus proyectos bajo la misma figura. En la actualidad, en el sector inmobiliario se encuentran en estudio, estructuración o ejecución algunos proyectos que buscan maximizar sus beneficios y mitigar sus riesgos, a través de la experiencia de la entidad pública y la empresa privada. Sin embargo, dada su reciente aplicación, el sector inmobiliario no cuenta con una matriz de riesgos que oriente a sus partes respecto a los riesgos que debe asumir. En este trabajo, se construye un primer modelo de dicha matriz para el caso de Colombia. Este se encontrara soportado por la investigación de diversas fuentes y estudios nacionales e internacionales. Adicionalmente, se realiza una identificación de riesgos y se asignan los responsables de la prevención y mitigación de los mismos. Este proceso permitió concluir que la matriz existente usada en las APPs del sector inmobiliario en Colombia, es muy general ya que no tiene en cuenta varios riesgos evidentes como por ejemplo los riesgos políticos, la relación entre las partes involucradas y el riesgo residual. Para la asignación de riesgos, se propone que el sector público se encargue de los riesgos políticos y al menos de la mayoría de los legales. En el caso de los riesgos técnicos, de mercado y los de gestión en general del proyecto, el sector privado debe asumir un mayor porcentaje. Finalmente, los riesgos sociales, ambientales/naturales, deben entrar en negociación con el fin de ser asignados a la parte involucrada que mejor sabe manejarlos y a un menor costo.**

*Alianza público privada (APP); matriz de riesgos; asignación de riesgos; sector inmobiliario; Colombia.*



## 1. INTRODUCTION

In Colombia, the implementation of the PPP model for infrastructure has promoted the development of this area in the country, thus enabling the execution and operation of projects that under another scheme would not be convenient or profitable for the public sector. This is how other sectors, such as real estate, were encouraged to carry out their projects using the model of public-private partnerships. The project that demonstrates this initiative is the remodeling of the El Campin Coliseum, located in the capital of the country. However, the lack of a base matrix or a first model of it restricts the knowledge of the risks that each involved must assume in this type of projects. This text aims to provide a guide to the risks that must be considered and those responsible. The methodology used was the research of different sources related to the study of PPPs in stadiums, buildings and social infrastructure or, in some cases, authors involved with educational entities specialized in the study of the real estate sector.

## 2. PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIPS: STATE OF THE ART

According to Engel, Fischer, & Galetovic [1], the use of Public-Private Partnerships (PPP) has become common in recent years to replace and complement the public provision of infrastructure. Additionally, it has been found that this type of association allows a government to benefit from the participation of the private sector in the management, capital contribution and innovative capacity [2]. However, even though this type of financing is increasingly used and despite its numerous benefits, there are sources that affirm that PPPs still do not have exhaustive studies from a theoretical point of view, which focus on specific aspects of its differentiation from other modalities [3]. In this document, the Public-Private Partnership will be evaluated from its definition and types of application to the distribution of the different risks that arise during the execution of projects specifically in the real estate sector.

Initially, it is important to find a complete definition of what a PPP is and its different types. It was found that a Public-Private Partnership is defined as a long-term contract between public sector agencies and private sector entities. In this contract the responsibilities of design, financing, construction, administration, and operation of public infrastructure, which originally belonged to the public sector, are now shared by contract in proportion, considering the type and quantity of risks that each sector can better manage [4]. It is relevant to highlight that this definition is the union of the different points of view that independent institutions have of PPPs; This includes cooperation between the public and private sectors and the allocation of risks, resources and rewards [5], highlights the transfer of responsibilities that initially only the government handled [6], there is a recognition of the activities involved in

the project [7] and the influence of the government is evidenced through the implementation of a contract [8]. As an additional characteristic, Nelson [9] identified that in this financing method, the public-sector key role is to reduce risk, making formerly infeasible projects feasible.

### 2.1. PPPs IN THE UNITED KINGDOM

On the other hand, it has been found that different types of PPPs change according to its location. Therefore, the identification of these types in the literature of some countries was considered pertinent. First, in international sources, the following differentiation of PPPs was found in the United Kingdom [10]:

#### a. Legal

- i. Public concession: Public contract where the private sector is considered for the provision of services in only the right to exploit the service or in this right with any additional payment by the public entity.
- ii. Public-private contractual partnership: Relationship between the public and private sectors based solely on contractual links. This assumes that the private partner invests the capital to complete the project, while the public pays for service charges.
- iii. Institutional public-private partnership: Creation of a separate legal entity to which the public and private partners belong together. The purpose of the latter is to ensure the obtaining of financing and the provision of a public service or an infrastructure project for the benefit of the public.

#### b. Operational

- i. The private sector designs, constructs, owns, develops, operates and manages an asset without obligation to transfer ownership to the public sector. Its modalities are:
  - ◆ Design-Build-Finance-Operate (DBFO)
  - ◆ Build-Own-Operate (BOO)
  - ◆ Build-Develop-Operate (BDO)
  - ◆ Design-Construct-Manage-Finance (DCMF)
- ii. The private sector manages, renovates, modernizes / expands and subsequently exploits public sector assets, without the obligation to transfer ownership to the public sector. Its modalities are:
  - ◆ Buy-Build-Operate (BBO)
  - ◆ Lease-Develop-Operate (LDO)
  - ◆ Operate under License (OL)
- iii. The private sector designs, constructs and operates the asset and subsequently, upon termination of the exploitation contract or when specified, transfers it to

the public sector. Its modalities are:

- ◆ Build-Operate-Transfer (BOT)
- ◆ Build-Own-Operate-Transfer (BOOT)
- ◆ Build-Lease-Operate-Transfer (BLOT)

Unlike the European Union, in Chile, for example, contract and organizational figures are also included in the PPP terminology, except for the public works concession. The difference comes mainly from the fact that the latter is considered in the European Union as a Private Public Association of "contractual type", where it is qualified as something different from the concession as such [11].

## 2.2. PPPS IN LATIN AMERICA AND COLOMBIA

In Latin America, between the 70s and 80s, prevailed a management model in which the supply, financing and operation, were majorly leaded by the public sector centralized in the national government. Further, in the end of the 80s, the limitations of the public sector and the fall in the quality of the services it offered, leads to the appearance of a new model, public-private partnerships, where private participation would increase propitiating deregulation of services and decentralization. [12].

In recent decades, many Latin American countries have used

General PPP Schemes in Latin America	<b>Service contracts</b>
	Allow the private sector to perform specific tasks, such as billing or maintenance, while the public sector is responsible for their coordination.
	They are usually associated with long periods of time and their main advantage is that they benefit from the experience that the private sector has in technical tasks, opening these activities to the competition.
	<b>Administration contract</b>
	Is an agreement whereby private companies are responsible for the development of the State's own services, being contracted in the name of a public entity.
<b>Lease contract</b>	
The private sector manages the infrastructure according to the decisions made by the public sector. The private sector, for its part, does not receive any tariff from the government, but its profits depend directly on the benefits of the management of the company, fully assuming the operational risk.	
<b>Concession</b>	
Gives responsibility to the private sector for the operation, maintenance of the assets of a public utility and investments. However, most of the time, the public sector grants a series of guarantees or subsidies so that the private sector sees the project as profitable despite the existing risks. The concession contract has been the PPP formula that has had the most development in Latin America.	

Table 1: PPP schemes in Latin America .

public-private partnership models for the construction, conservation and operation of public infrastructures. Initially, these models were based on the concession of public works for road construction; However, over the years, they have been refined and their use has been extended to other types of infrastructures and public services such as railways, ports, airports, mass transport systems, hospitals, prisons and public buildings, among others.

Through experience, continuous legislative reforms and changes in contracts have been generated that have contributed to improving PPP schemes over the years. This can be confirmed by the fact that, nowadays, Latin America is one of the regions in the world with the most activity in public-private partnership processes. Additionally, in general terms, Public-private partnership schemes can occur through of different schemes as shown in the table1 [13].

In the Colombian case, the first participation of the private sector in infrastructure projects and public services took place

in the 90s. In the country, the PPP model is relatively new since it was initially proposed by the National Council of Economic and Social Policy (CONPES, by its initials in Spanish) in 2009 through the document "CONPES 3615: INITIATIVE FOR THE MODERNIZATION AND MANAGEMENT OF PUBLIC FIXED ASSETS". This document exposed the following problems, which impeded the improvement of public infrastructure in the country, a) restriction of the expenditure of the Central National Government and of the budget that would be invested in the modernization of fixed assets for the development of public management, b) lack of strategic projection in terms of infrastructure development and c) the low level of integration to the real estate market of the fixed assets of public entities [14].

Subsequently, the legal system was made through the issuance of Law 1508 of 2012. This Law specifies the legal margin for PPPs, within which the following general points stand out:

- a. There are no advances.

- b. Payment is made according to the fulfillment of the service.
- c. Additions of maximum 20% of the value of the contract.
- d. Remuneration of the activity with the right to economic exploitation of the asset.
- e. A maximum period of exploitation of assets of 30 years (can only be extended according to the CONPES guidelines).

Therefore, this law was designed so that the PPP model is only applied in the case that its greater and better value is previously and technically demonstrated compared to the existing public procurement alternatives [15]. Following the previous idea and considering that the PPP schemes in Colombia coincide with those of Latin America, in Colombia, there are two ways to start a PPP. With the help of the document ABC Public-Private Associations [16], issued by the Colombian government in association with institutions such as the National Planning Department and the Ministry of Finance

and Public Credit of Colombia, it was found that the discrimination of PPPs in the country was made according to the sector that took the initiative to propose the project:

- a. By public initiative: It is characterized because the idea of the project is structured by the public entity with participation of the private sector, in this case, there are three different types of sources of payment:
  - i. Through public resources
  - ii. Economic exploitation of the PPP
  - iii. A combination of the previous two
- b. By private initiative: In this initiative, both the idea of the project and its proposal, are in charge of the private entity. On the other hand, it is the private sector responsibility to carry out the structuring of the project, without the obligation of the public entity to recognize the costs associated with it. Furthermore, the sources of

ADVANTAGES	DISADVANTAGES
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Savings between 6 and 40% in project costs [17].</li> <li>◆ Time reduction of about 50% [17].</li> <li>◆ Acceleration of activities and pre-development, reducing the general calendar and therefore also the interest payable [17].</li> <li>◆ Innovation in the management of projects that allow the privatization of certain administrative functions [17].</li> <li>◆ It allows the parties to assign the risk to the most appropriate side for their management [17].</li> <li>◆ While public entities provide incentives, private companies can provide valuable knowledge on [18]:                     <ul style="list-style-type: none"> <li>● National and local markets</li> <li>● Business orientation</li> <li>● Vision and creativity</li> <li>● Development and management skills</li> <li>● Risk capital</li> </ul> </li> <li>◆ The public sector achieves its objectives of generating an economic impact and a social benefit and the private sector achieves its desired return on investment [18].</li> <li>◆ Incentive for the private sector to deliver the projects on time and within the agreed budget [19].</li> <li>◆ Reduce the limitations of public sector capacities in the development of infrastructure [19].</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ There is no guarantee that the savings are anticipated [17].</li> <li>◆ Time is not always saved, however, in general the process is more agile and flexible [17].</li> <li>◆ The solvency of private participants is not guaranteed [17].</li> <li>◆ Potential inconvenience in the area that corresponds to the government as it tries to change its methods of project management [17].</li> <li>◆ PPP projects are very large; therefore, they are not within the reach of contractors or designers of small companies [17].</li> <li>◆ There is a possibility that development, bidding and other costs are greater than those of traditional public procurement processes [19].</li> <li>◆ Generally, the private sector is likely to have more expertise so after a time have an advantage in the data relating to the project [19].</li> <li>◆ These projects require large investment and long time, which involves high-risk [20].</li> <li>◆ The complex financing requirements of many PPPs also make them vulnerable to the world equity markets unpredictability [21].</li> <li>◆ The difficulty of project requirements represents high participation costs for private sector companies [22].</li> </ul>

Table 2: Advantages and disadvantages of PPP model according to different sources.

payment in this type are:

- i. Maximum 20% of the investment is in the public sector: The selection of the contractor is made through public bidding.
- ii. Economic exploitation of the project: The selection of the contractor will be by means of abbreviated

selection of smaller amount.

- iii. Once both definition and types of this kind of associations have been specified, it is considered necessary to recognize the advantages and disadvantages of the use of these (Table 2) exposed by different sources and authors who have delved into the subject:

### 3. RISK MANAGEMENT IN PPPs

Risk exists at all stages of the project lifecycle [23]. In PPPs, risks arise from different sources like capital budget, construction time, construction cost, operation cost, politics and

policies, market conditions, cooperation credibility, and economic environment [24]. When it comes to adequately mitigate and eliminate risk, Serpell, Ferrada, Rubio & Arauzo [26] state that, the risk management process plays an integral part or area of project management. Besides, they highlight

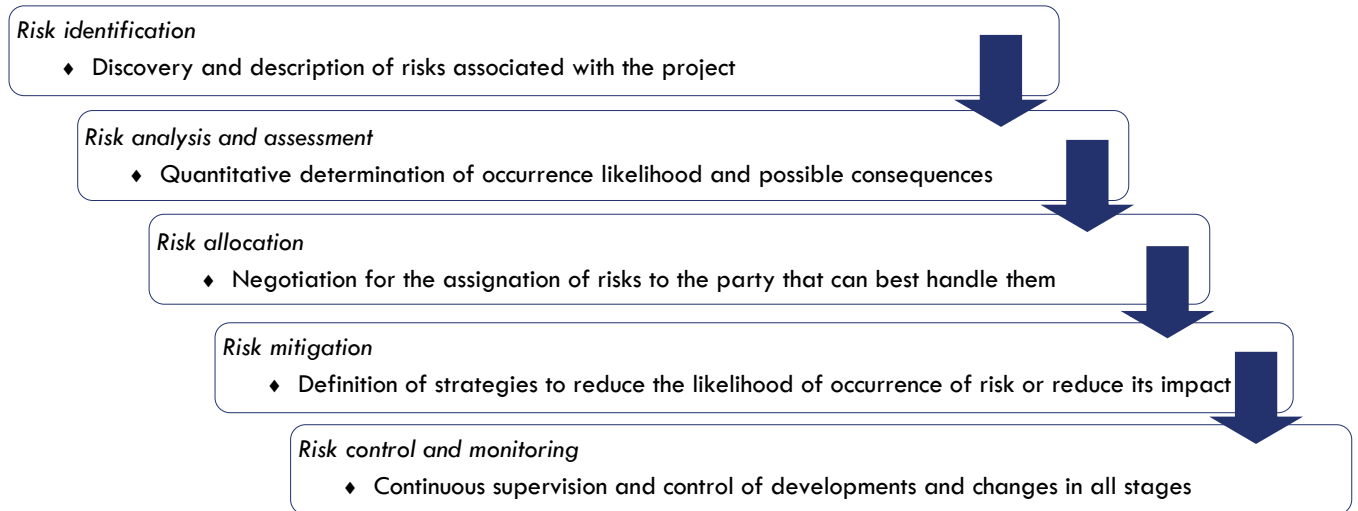


Figure 1: Risk management process in PPPs.

#### 3.1. RISK IDENTIFICATION, ANALYSIS AND ASSESSMENT

##### 3.1.1. RISK IDENTIFICATION

Every real estate project is different and so is its development process. The latter, is always an opportunity to negotiate, debate and reconsider the basic problems of the economy of a company such as: who pays, who benefits, who makes the decisions and who assumes risks [28].

As Yuan, Chan, Xiong, Skibniewski, & Li [29] expose, risk identification is always the first step of the risk management process; in PPPs case, risk identification depends on countries and regions, and the specific project type. Additionally, they argue that government-related risks and financial risks are the most significant risks for ongoing PPP projects, including developed and developing countries.

In real estate projects, Khumpaisal, Ross & Abdulai [30] identified that there are risks that derive from social, technological, environmental, economic and political (STEEP) factors, which affect real estate project development processes in terms of schedule delay, cost overrun and quality of products, and affect the progress of the projects at all stages of their lifecycles. These authors identified as well, that most real estate developers found project risks to be caused by factors such as policy change, and social or community objections. Considering the above, given that the aforementioned text only performs the risk quantification criteria, in the matrix to be made, the STEEP factors proposed by these authors will be used as initial classes to classify the risks found in this type of projects.

##### 3.1.2. RISK ANALYSIS AND ASSESSMENT

Nowadays, in Colombia, the risk assessment technique used to record and discriminate by type the different risks found in a project is the Risk Assessment Matrix (RAM). This method is characterized because it contains the probability and consequence of each risk and is generally accepted by many decision makers due to its simplicity and facility of understanding of projects at every level [30]. Considering the above, in this document this method will be used, however, no calculation will be made of percentages of occurrence considering that it is not within the scope thereof. Given the purpose of the text, the investigative texts considered to make the risk matrix had some of the following characteristics:

- a. Study of risks associated to PPP risk management of social infrastructure, buildings and stadiums
  - i. Case Study of the Bird's Nest: Risks and Opportunities in China Implementations in Major Sports Facilities [31].
  - ii. Green commercial building projects in Singapore: Critical risk factors and mitigation measures [32].
  - iii. Risk allocation in the private provision of public infrastructure [33].
  - iv. An Analysis of Risk Management in Social Infrastructure Public Private Partnerships (PPPs) [34], specifically Chapter 5. Case study: Risk issues encountered on the stadium Australia project.
- b. Study of risks associated to PPP risk management of social infrastructure, buildings and stadiums
  - i. Risk Assessment for Construction Joint Ventures [35].

In the matrix exposed above, the risks found in each of the mentioned sources are shown. These risks were classified into 9 classes: political, legal, economic, operational, technical, market, environmental and social, site and other risks. A brief description of these is shown in Table 3.

3.1.3. QUALITATIVE RISK MATRIX

RISK FACTORS	[18]	[19]	[20]	[21]	[22]	Count
<b>Political risk</b>						
Government intervention	x		x	x	x	4
Nationalization/ Expropriation	x		x			2
Poor public decision-making process	x				x	2
Corruption and bribery	x	x		x	x	4
Political Opposition	x	x			x	3
Unstable government					x	1
Cost increase due to changes of policies			x	x	x	3
Loss incurred due to political changes				x	x	2
War		x				1
<b>Legal risk</b>						
Breach of contracts by other participants		x	x		x	3
Breach of contracts by project partner		x	x		x	3
Lack of enforcement of legal judgment					x	1
Loss due to insufficient law for PPPs					x	1
Uncertainty and unfairness of court justice					x	1
Change in legislation/law	x	x	x	x	x	5
Change in tax regulation	x		x	x	x	4
Change in construction legislation			x			2
<b>Economical risk</b>						
Payment risk	x					1
Loss due to fluctuation of inflation rate	x	x	x	x	x	5
Public Credit	x					1
Loss due to fluctuation of interest rate	x		x	x	x	4
Bankruptcy of project partner					x	1
Difficult convertibility of currency					x	1
Loss due to fluctuation of currency exchange rate	x			x	x	3
Low credibility of stakeholders and lenders					x	1
Financial risk	x			x		2
<b>Operation &amp; Management risk</b>						
Change of organization with partner					x	1
Improper project feasibility		x		x	x	3
Improper project planning, coordination and budgeting	x	x	x		x	4
Improper selection of project location					x	1
Improper selection of project type					x	1
Inadequate choice of project partner		x			x	2
Inadequate project organization structure					x	1
Incompetence of project management team	x	x			x	3
Inability of Concessionaire						
Incomplete contract terms with partner	x				x	2
Increase in project management overheads					x	1
Poor relation and disputes with partner		x	x		x	3
Poor relation with government departments		x	x		x	3

RISK FACTORS	[18]	[19]	[29]	[21]	[22]	Count
Problems associated with culture difference		x			x	2
Delay in project approvals and permits	x		x	x	x	4
Operation cost overrun	x		x	x	x	4
Concessionaire Change	x					2
Maintenance			x	x		3
Inadequate insurance		x				2
Complexity of the project				x		2
<b>Technical risk</b>						
Accidents on site		x			x	2
Poor definition and change of scope		x	x			3
Design changes		x	x	x	x	4
Equipment failure					x	1
Errors in design drawings		x			x	2
Hazards of environmental regulations					x	1
Incompetence of transportation infrastructure facilities	x			x	x	3
Industrial disputes			x	x	x	3
Local firm's incompetence and low credibility					x	1
Poor quality of procured accessory facilities/materials		x	x		x	3
Problems due to partners different practice					x	1
Shortage in accessory facilities					x	1
Shortage in skillful workers		x			x	2
Shortage in supply of water, gas, and electricity					x	1
Subcontractors low credibility					x	1
Insured force majeure			x			1
Non-insured force majeure	x		x	x	x	4
Defects in construction		x	x			2
Construction delay/overrun	x			x		2
Unproven Engineering Techniques/ Obsolesce	x	x	x			3
Subjective Project Evaluation Method	x					1
<b>Market risk</b>						
Competition from other similar project	x			x	x	3
Fall short of expected income from project use				x	x	2
Increase of prices/costs (accessory facilities/materials/labor/ resettlement)	x	x	x	x	x	5
Inadequate forecast about market demand	x	x	x	x	x	5
Unfairness in tendering	x			x	x	3
Loss due to bureaucracy for late approvals					x	1
<b>Natural risk</b>						
Archeological findings				x	x	2
<b>Environmental &amp; Social</b>						
Unforeseen Weather/Geotechnical Conditions	x	x			x	3
Damages caused by 'acts of God'		x				1
Soil contamination				x		1
Air, sound and water pollution		x				1
Public opposition	x	x			x	3
<b>Site risks</b>						
Site conditions			x	x	x	3
Site preparation			x			1
Land use			x	x		2
Land acquisition	x				x	2
<b>Other risks</b>						
Third Party Delay/Violation	x					1
Residual risk	x		x			2
Damages caused by human error		x				1

Table 3: Proposed risk matrix.

### 3.1.1. POLITICAL RISKS

According to Shen, Wu, & Ng [35], their survey results indicate that the "cost increase due to changes in policies" risk was the most important risk found. To support the previous idea, they argue that variations in policies and regulation can have a significant impact on joint venture businesses. However, once all the sources for this matrix were grouped together, the authors agreed that the government intervention in the project and corruption, are the most relevant factors followed by opposition to the government and cost increase due to changes in policies.

### 3.1.2. LEGAL RISKS

As the initial authors mentioned expose, legal risk covers the disputes among contracting parties, intellectual property breach, as well as the possible delays in achieving due approval from construction authorities. In this case, it is evident that all the authors find that the change of legislation represents an important risk for the projects. Additionally, the change of regulation in taxes is also recognized as a risk that must be considered. These previous ones, together with the political risks, demonstrate the great effect that the actions of a government have on the development of a construction project.

### 3.1.3. ECONOMIC RISKS

As the initial authors mentioned expose, legal risk covers the disputes among contracting parties, intellectual property breach, as well as the possible delays in achieving due approval from construction authorities. In this case, it is evident that all the authors find that the change of legislation represents an important risk for the projects. Additionally, the change of regulation in taxes is also recognized as a risk that must be considered. These previous ones, together with the political risks, demonstrate the great effect that the actions of a government have on the development of a construction project.

### 3.1.4. MANAGEMENT RISKS

The risk of management is mainly associated with relationships and decision making during the execution of the project and its operation. For this matrix, it is evident that the authors give real importance to three factors mainly: planning, coordination and inadequate budgeting, delay in approvals and permits, and cost overruns in the operation stage of the project. On the other hand, it must be considered that the relationship between parties is essential for the proper development of a project and that the feasibility stage must be carried out thoroughly.

### 3.1.5. TECHNICAL RISKS

As can be seen in the risk matrix, the authors assign most the latter to technical problems of the project related to the design, lack of availability of access transport infrastructure, industrial disputes, non-insured force majeure events and use of unproven engineering techniques. However, even if these are the most common ones, the technical risks depend on the type of project and its magnitude, so the rest of the considerations should not be discarded.

### 3.1.6. MARKET RISKS

In the case of market risks, it was found that both the increase in prices or costs and the inadequate estimation of the project's demand are factors that all authors consider to be important. This can be explained, given that the first one would generate a significant cost overrun in the project and the second, would cause serious consequences during the operational phase of the project; both scenarios could result in the infeasibility of the project and its maintenance. Additionally, other market factors such as competition must be considered.

### 3.1.7. ENVIRONMENTAL & SOCIAL RISKS

In the environmental and social aspect, it was found that even if some of the considered authors highlighted the importance of the social aspect in the social infrastructure, there was just one risk assigned to this aspect. On the side of environmental risks, compared to the rest of the risks, it could be said that this is within the classes least considered in the bibliography studied. However, the most outstanding environmental aspect was that of, which illustrates the importance of taking into account the possibility of unexpected climatic conditions and soil characteristics.

### 3.1.8. SITE RISKS

The site risks, as its name implies, are those location problem factors, which could cause significant delays before and during the execution of the project, among these are: site conditions, site preparation, land use and acquisition.

### 3.1.9. OTHER RISKS

This section includes those risks that were not able to be classified in any other risk class, including residual risk, damages caused by human error and archaeological findings.

## 3.2. ACTUAL REAL ESTATE PROJECTS RISK MATRIX IN COLOMBIA

The Colombian study case that will be considered below corresponds to the "Concession for the architectural renovation, technological update, operation and maintenance

<sup>1</sup> SECOP: An instrument to support the contractual management of state entities, which allows the interaction of the contracting entities, the proponents, the contractors, the community and the control bodies.

of the covered coliseum El Campin of the city of Bogota D.C" [36]. The concession contract which can be found on the web page for Public Procurement of Colombia (SECOP<sup>1</sup>, by its initials in Spanish), is managed under a scheme of public-private partnership of private initiative and has a deadline of 21 months starting in July 2016. Additionally, it is recognized as the first PPP of the cultural sector in the country. The Table 4 illustrates the risk matrix proposed for this project.

3.2.1. OBSERVATIONS

By observing the current risk matrix for the real estate sector in Colombia, it can be shown that it lacks detail, it is very generic. As a suggestion, this nuance must be specific enough so that each of the parties involved knows the time and costs in which they will have to incur in each of the possible scenarios. On the other hand, having a detailed list of events would help and encourage each sector to prevent them in the initial phase of the project, which is where their actions would have a greater positive impact on the cost of the project.

Initially, in this second matrix, the Colombian one, the property risk is exposed; this includes delays in the availability of properties and cost overruns for acquisition. For its part, the matrix proposed earlier in this document considers a similar risk which is defined as site risk. The latter also considers the risk associated with the acquisition of land, however, the risk of expropriation or nationalization is included within the political risks. On the other hand, the risks associated with land use, condition and preparation are not considered in the Colombian matrix.

In the environmental and social risk, it should be noted that in the case of Colombia, the risk of an extra cost in a socio-environmental compensation is recognized and, in addition, the possibility of unfulfilled work in the environmental part is considered. In contrast, within the found risks proposed by the authors, there is no recognition of these previous ones; This class focuses only on the risks associated with the geotechnical conditions, the damages caused by natural disasters and the pollution caused by the execution of the project.

AREA	RISK TYPE
Property	Delays in the availability of properties
	Cost overruns for acquisition (including expropriations and socio-economic compensation)
Environmental & Social	Delays in obtaining licenses and/or permits
	Cost overruns for socio-environmental compensations
	Unforeseen works required by environmental authorities after the issuance of licenses or permits, for reasons not attributable to the concessionaire
	Inversion of the area conceded in an illicit manner
Networks	Cost overruns due to network interference
Design	Cost overruns derived from studies and designs
	Cost overruns in designs and / or delays due to decisions of the concessionaire
Construction	Cost overruns derived from more materials
	Variation of prices of inputs
Operation & Maintenance	Increased quantities of materials / supplies for operation and maintenance activities
	Variation in the prices of inputs for operation and maintenance activities
Commercial	Demand risk, not achieving the estimated occupation
Liquidity risk	Liquidity risk in general
Financial	Not obtaining financial closure
	Alteration of financing conditions and / or liquidity costs resulting from variation in market variables or project conditions
	Insufficient resources for the payment of the audit for reasons not attributable to the concessionaire
Currency	Variations of the peso against other currencies
Regulatory	Change in regulations in general
	Change in regulations (IFRS Standards)
	Change in regulations (Tax or accounting regulations)
Force Majeure	Ideal costs for greater permanence in work that came to be caused by force majeure or fortuitous events, and when risks occur
	Force majeure due to network interference or archaeological and / or anthropological findings
	Force majeure due to delays in prior consultation with communities within a period of more than 360 days for causes not attributable to the concessionaire
	Insurable events
	Non-insurable events

Table 4: Risk matrix for the PPP of the renovation of the covered coliseum El Campin.

In addition, it was possible to identify that the class "technical risks" in the proposed matrix, would correspond to the risks of "design", "construction" and "networks" that are evident in the last table. As in other classes, the risks that are exposed in the second are too generic; in the majority, they deal with cost overruns related to network interference, studies and designs, caused by decision making, among others. However, no risks are specified due to obsolete technology, which may generate delays in the processes; due to shortages of both inputs and labor; due lack of transport infrastructure that allows access to the property or due to problems between parties given their experience in different areas of engineering.

Likewise, the "Economic risk" in the proposed matrix includes the "financial", "liquidity" and "currency" risk exposed in the second matrix. However, the latter refers to changes in inflation and the interest rate, as a single item arguing the alteration of financing conditions resulting from the variation of market variables; grouping the variables in a single item could be considered as adequate, in case the risks of any market variable are assumed by the same sector. On the other hand, it is understood that the "financial risk" corresponds to the event of not obtaining financial closure for the specific case of Colombia.

The commercial risk can be associated to the "market risk", in which both tables highlight the importance of a good demand projection of the property, however, the matrix in Colombia does not consider other market variables such as competition and associated costs with the unfair bidding process. On the other hand, it is possible to associate the "Regulatory" risk in Colombia with the "Legal" one in the proposed matrix, where the first one talks about regulations in general, while the second one discriminates every possible aspect within this range.

The risk considered as "Management risk" includes the risks of "Operation & Maintenance", which are associated with the administration during the execution of the project and its operation. Additionally, in this aspect are those risks that

consider the incompetence of the parties involved, the wrong planning and the cost overruns resulting from the complexity of the project given its innovative character. The latter, are not specified for the case of Colombia real estate risk matrix.

On the other hand, it was found in few of the documents considered that a particular factor was proposed, which is called archeological findings; although it was only found in 2 of the 5 sources considered, it turned out that in Colombia it is also part of one of the risks of Force Majeure given the interference with networks. Finally, it was noticed the lack of consideration of the residual risk in the Colombian case.

In conclusion, the main differences found are associated with a different classification of the same risks, a different level of importance for some risks, a greater detail in the case of the proposed matrix and, in consequence, a greater number of considered risks as well. However, it is necessary to clarify that within the proposed matrix there are several risks that are associated with the condition of the country at the specific moment of the structuring of the project (for example "war" risk), therefore, in case of be necessary, they would not be considered.

3.3. RISK ALLOCATION

Now, following the third risk assessment process step and as in the construction of the risk matrix, in this section sources that have the following characteristics will be taken into account:

- a. One or more authors belonging to the real estate department of an educational institution:
  - i. Risk Allocation in Public-Private Partnership Infrastructure Projects: Comparative Study [37].
- b. Risk allocation associated with the provision of Olympic Games infrastructure:
  - ii. Public-private partnership projects in Greece: risk ranking and preferred risk allocation [38].

According to the first source mentioned, the following risks

Public sector	Private sector	Shared	No prevailing preference
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nationalization/ Expropriation</li> <li>- Poor public decision-making process</li> <li>- Political Opposition</li> <li>- Unstable government</li> <li>- Change in legislation/law</li> <li>- Change in construction legislation</li> <li>- Delay in project approvals and permits</li> <li>- Public opposition</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Loss due to fluctuation of interest rate</li> <li>- Financial risk</li> <li>- Loss due to fluctuation of interest rate</li> <li>- Operation cost overrun</li> <li>- Maintenance</li> <li>- Materials shortage</li> <li>- Shortage in accessory facilities</li> <li>- Shortage in skillful workers</li> <li>- Shortage in supply of water, gas, and electricity</li> <li>- Defects in construction</li> <li>- Construction delay/ overrun</li> <li>- Unproven Engineering Techniques</li> <li>- Fall short of expected income from project use</li> <li>- Environmental risks</li> <li>- Residual risk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Force majeure</li> <li>- Excessive contract variation</li> <li>- Differences in working method and know-how between partners</li> <li>- Inadequate distribution of responsibilities and risk</li> <li>- Inadequate distribution of authority in partnership</li> <li>- Lack of commitment from either partner</li> <li>- Third party tort liability</li> <li>- Inadequate experience in PPP</li> <li>- Poor financial market</li> <li>- Influential economic events</li> <li>- Organization and coordination risk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lack of tradition of private provision of public services</li> <li>- Change in tax regulation</li> <li>- Land acquisition (site availability)</li> <li>- Late design changes</li> <li>- Level of demand for project</li> <li>- Inflation rate volatility</li> </ul>

Table 5: Risk allocation in China.



were assigned to each of the parties, those shared and those that would be negotiated in the case of China (Table 5).

In order to illustrate and analyze the previous table, the percentage of risks assumed by each party can be found in the Annexes section: Figure 2.

In this scenario, the public sector assumes all the political risks,

a third of the technical and legal risks and assumes also part of the social risks. Regarding legal risks, there is no specific trend since both the public and private sectors assume a part and another is left for negotiation. For its part, the private sector assumes 80% of the risks associated with the management of the project, more specifically those of operation. However, 100% of the project management risks,

Public sector	Private sector	Shared	Under negotiation
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unstable government</li> <li>- Poor public decision-making process</li> <li>- Political Opposition</li> <li>- Change of legislation</li> <li>- Change in tax regulation</li> <li>- Change in construction legislation</li> <li>- Land acquisition</li> <li>- Level of project demand</li> <li>- Archeological findings</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lack of private sector experience in PPPs</li> <li>- Financial attraction of project to investors</li> <li>- High finance costs</li> <li>- Design deficiency/ late changes</li> <li>- Application of innovative techniques</li> <li>- Construction cost overrun</li> <li>- Contract variation</li> <li>- Material/labor availability</li> <li>- Poor quality of workmanship</li> <li>- Operation cost overrun</li> <li>- Operational revenues below expectation</li> <li>- Maintenance costs/period higher than expected</li> <li>- Organization and coordination</li> <li>- Inadequate distribution of responsibilities/ risks</li> <li>- Differences between partners</li> <li>- Lack of commitment from either partner</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poor financial market</li> <li>- Influential economic events</li> <li>- Force majeure</li> <li>- Environment</li> <li>- Public opposition to the project</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inflation rate volatility</li> <li>- Interest rate volatility</li> <li>- Geotechnical conditions</li> <li>- Weather</li> <li>- Land acquisition</li> <li>- Availability of finance</li> <li>- Residual risks</li> <li>- Delays in project approvals and permits</li> </ul>

Table 6: Risk allocation in Greece.

associated with the relationship between parties, are shared. Finally, this source indicates that more than 70% of the environmental and technical risks must be managed and monitored by the private sector. On the other hand, in Greece the allocation of risks according to the second source is shown in the Table 6.

In order to illustrate and analyze the previous table, the percentage of risks assumed by each party can be found in the Annexes section: Figure 3.

In the case of Greece, the public sector assumes 100% both political and legal risks, in addition, manages the risks involved with the site and archaeological encounters. In contrast, the private sector assumes 100% of the risks of project management, both operational and relationship between parties and thus, manages most of the economic risks related to financing and technical. On the other hand, macroeconomic risks can be either shared or negotiated as well as environmental risks.

**4. CONCLUSIONS**

Considering the current situation in Colombia, where real estate projects are gaining strength in the field of PPPs, both an identification of the possible risks that will be incurred and an allocation of those responsible are necessary for the implementation of these projects.

In this document, it was possible to identify those risks, classifying them into 10 variables: political, legal, economic, operational and management, technical, market, environmental and social, site, natural and others. According

to the amount of risks found, it is concluded that the technical risks are the most numerous, followed by operational and management risk, which indicates that a high percentage of effort should be concentrated in those two aspects.

On the other hand, when comparing the existing matrix for projects of this type in Colombia with the proposed matrix, it can be highlighted that one of the main differences is the level of detail in which the risks are specified in the second one, thus allowing a greater knowledge of these on the part of both sectors. Additionally, it was found that within the risks of the matrix in Colombia there is no consideration of the effect that the relationship between parties has and the importance of their experience in previous projects that managed the PPP model.

Likewise, the previous one does not specify political risks such as political opposition, government instability or any type of intervention that the latter decides to make about the project. Finally, another relevant difference of the comparison made is that in the Colombian matrix the residual risk is not identified and, therefore, there is no one responsible for its mitigation and prevention.

Regarding risk allocation and given that one of the purposes of PPPs is the transfer of risks from the public to the private sector, in order to make a viable project, it is not surprising that in both cases the private sector must assume most of the risks, however, as previously mentioned, assuming a high percentage of risks leads to high profitability. According to the patterns of allocation of risks found, it can be concluded that both sources agree that all political risks must be assumed by the public entity as well as at least a high percentage of

legal risks.

Likewise, the project management risks involved with the operation and the technical ones, involved with the construction, should be assumed, if not totally, mostly by the private sector, as well as the management risks associated with the relationship between involved parties. The environmental risks can be shared or assumed preferably by the private and the market risk is also submerged by the latter. Finally, social risks do not show a trend, so it is considered that according to the type of project they must be assigned under negotiation.

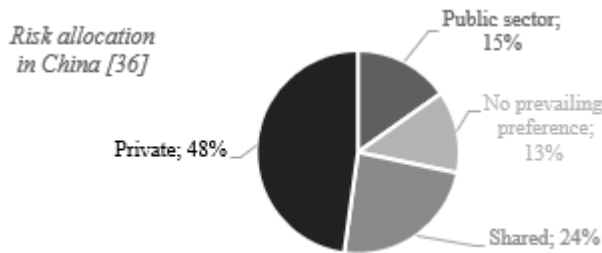


Figure 2. Risk allocation percentages in China.

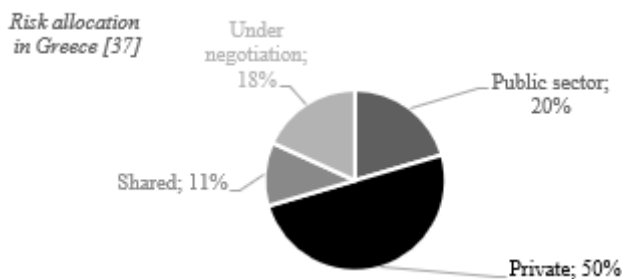


Figure 3. Risk allocation percentages in Greece.

In conclusion, it could be found that although the risks associated with different types of infrastructure, economic and social (the latter being very similar to real estate projects), have much in common, this document will contribute as a guide to new real estate projects managed under the figure of PPP in Colombia, thus promoting the growth of this sector.

## 5. REFERENCES

[1] E. Engel, R. D. Fischer and A. Galetovic, "The economics of infrastructure finance: Public-private partnerships versus public provision," *EIB Papers*, vol. 15, pp. 40-69, 2010.

[2] J.-S. Chou and D. Pramudawardhani, "Cross-country comparisons of key drivers, critical success factors and risk allocation for public-private partnership projects," *International Journal of Project Management*, vol. 33, pp. 1136-1150, 2014.

[3] S. Saussier, "Public-private partnerships," *Journal of Economic Behavior & Organization*, vol. 89, pp. 143-144, 2013.

[4] G. Nwangwu, *Public Private Partnerships In Nigeria*, 1 ed., Palgrave Macmillan UK, 2016, p. 260.

[5] The Canadian Council For Public-Private Partnerships, "The Canadian Council For Public-

Private Partnerships," [Online]. Available: [http://www.pppcouncil.ca/web/Knowledge\\_Centre/What\\_are\\_P3s/Definitions\\_Models/web/P3\\_Knowledge\\_Centre/About\\_P3s/Definitions\\_Models.aspx?hkey=79b9874d-4498-46b1-929f-37ce461ab4bc](http://www.pppcouncil.ca/web/Knowledge_Centre/What_are_P3s/Definitions_Models/web/P3_Knowledge_Centre/About_P3s/Definitions_Models.aspx?hkey=79b9874d-4498-46b1-929f-37ce461ab4bc). [Accessed 28 Septiembre 2017].

[6] International Monetary Fund, "International Monetary Fund," 12 Marzo 2004. [Online]. Available: <http://www.imf.org/external/np/fad/2004/pifp/eng/031204.pdf>. [Accessed 28 Septiembre 2017].

[7] Parliament of Australia, "Australian Parliament," 24 Septiembre 2002. [Online]. Available: <http://www.aph.gov.au/binaries/library/pubs/rp/2002-03/03rp01.pdf>. [Accessed 28 Septiembre 2017].

[8] Asian Development Bank, "Asia-Pacific Economic Cooperation," [Online]. Available: <http://www.apec.org/docs/ADB%20Public%20Private%20Partnership%20Handbook.pdf>. [Accessed 28 Septiembre 2017].

[9] A. C. Nelson, *Foundations of Real Estate Development Financing. A Guide to Public-Private Partnerships*, Washington: Island Press, 2014, p. 72.

[10] C. Bovis, "Public-private partnerships in the 21st century," *ERA Forum*, no. DOI 10.1007/s12027-010-0169-5, pp. 379-398, 21 Agosto 2010.

[11] M. L. Gutiérrez, "LAS ASOCIACIONES PÚBLICO-PRIVADAS EN LA UNIÓN EUROPEA: ELEMENTOS PARA UN ANÁLISIS SOBRE LA CONCESIÓN DE OBRA PÚBLICA EN CHILE," *Revista de Derecho de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso XLV*, pp. 313-337, 2015.

[12] J. Barbero, J. H. Fortaleza, C. Skerk, A. Mejía, R. Katz, R. García, P. Givogri, G. Lleras, J. Kohon, V. Rodríguez, F. Straface, A. Estache, L. C. Peña, A. Miranda Velásquez and M. Gómez Torres, "La infraestructura en el desarrollo de América latina (documento principal)," Banco de desarrollo de América latina, 2015. [Online]. Available: <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/746>.

[13] Banco de Desarrollo de America Latina, in *Asociacion publico privada en America Latina: Aprendiendo de la experiencia*, 2015.

[14] Consejo Nacional de Política Económica y Social; Departamento Nacional de Planeación, "Agencia Virgilio Barco," Republica de Colombia, 28 September 2009. [Online]. Available: [http://www.agenciavirgiliobarco.gov.co/evb/Documents/Paginanieva2016/Normativa/CONPES\\_3615\\_2009.pdf](http://www.agenciavirgiliobarco.gov.co/evb/Documents/Paginanieva2016/Normativa/CONPES_3615_2009.pdf).

[15] C. A. Gonzalez Serna, "Legislative developments in public-private partnerships PPP-challenges instructing private initiative projects," *Justicia Juris*, vol. 10, pp. 21-31, June 2014.

[16] Departamento Nacional de Planeación, *Imprenta Nacional de Colombia*, 2013. [Online]. Available: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Publicaciones/1%20ABC%20APP.pdf>. [Accessed 2017].

[17] J. Stainback and M. B. Donahue, "Outside the Budget Box—Public/Private Partnership as a Creative Vehicle for Finance and Delivery of Public School Facilities," *JOURNAL OF PROFESSIONAL ISSUES IN ENGINEERING EDUCATION AND PRACTICE*, pp. 292-296, October 2005.

[18] B. Tress, "Using public-private partnerships to fund hotel development projects," *Journal of Retail & Leisure Property*, vol. 3, no. 1, pp. 21-31, July 2002.

[19] World Bank, "PUBLIC-PRIVATE-PARTNERSHIP IN INFRASTRUCTURE RESOURCE CENTER," 2016e. [Online]. Available: <https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/overview/ppp-objectives>. [Accessed October 2017].

[20] X. Bi and J.-x. Chang, "The Role Analysis for the Shareholding Structure to Risk Control in Public-Private Partnerships," in *The 19th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 2013.

[21] M. Loosemore and E. Cheung, "Implementing systems thinking to manage risk in public private partnership projects," *International Journal of Project Management*, vol. 33, pp. 1325-1334, 2015.

[22] B. Li and A. Akintoye, "Perceptions of positive and negative factors influencing the

- attractiveness of PPP/PFI procurement for construction projects in the UK: Findings from a questionnaire survey," *Engineering, Construction and Architectural Management*, vol. 12, pp. 125-148, 2005.
- [23] L. Y. Shen and Y. Z. Wu, "Risk Concession Model for Build/Operate/Transfer Contract Projects," *JOURNAL OF CONSTRUCTION ENGINEERING AND MANAGEMENT*, pp. 211-220, February 2005.
- [24] A. P. Chang, J. F. Yeung, C. C. Yu, S. Q. Wang and Y. Ke, "Empirical Study of Risk Assessment and Allocation of Public-Private Partnership Projects in China," *Journal of Management in Engineering*, pp. 136-148, July 2011.
- [25] N. Bracey and S. Moldovan, "PUBLIC-PRIVATE-PARTNERSHIPS: RISKS TO THE PUBLIC AND PRIVATE SECTOR," in 6th Global Conference on Business & Economics, USA, 2006.
- [26] A. Serpell, X. Ferrada, L. Rubio and S. Arauzo, "Evaluating risk management practices in construction organizations," in 28th IPMA World Congress, Rotterdam, 2014.
- [27] K. Fischer, K. Leidel, A. Riemann and H. W. Alfen, "An integrated risk management system (IRMS) for PPP projects," *Journal of Financial Management of Property and Construction*, vol. 15, no. 3, pp. 260-282, 2010.
- [28] J. A. Graaskamp, "Fundamentals of Real Estate Development," *Journal of Property Valuation and Investment*, 1992.
- [29] J. Yuan, A. P. Chan, W. Xiong, M. J. Skibniewski and Q. Li, "Perception of Residual Value Risk in Public Private Partnership Projects: Critical Review," *Journal of Management in Engineering*, 2015.
- [30] S. Khumpaisal, A. Ross and R. Abdulai, "An examination of Thai practitioners' perceptions of risk assessment techniques in real estate development projects," *Journal of Retail & Leisure Property*, vol. 9, no. 2, pp. 151-174, 28 January 2010.
- [31] W. Liang, X. Song and S. Wang, "Case Study of the Bird's Nest: Risks and Opportunities in China's PPP Implementation in Major Sports Facilities," *Advanced Materials Research*, Vols. 243-249, pp. 6332-6338, 2011.
- [32] B.-g. Hwang, M. Shan and N. N. B. Supa'at, "Green commercial building projects in Singapore: Critical risk factors and mitigation measures," *Sustainable Cities and Society*, vol. 30, pp. 237-247, 2017.
- [33] M. Loosemore and A. Ng, "Risk allocation in the private provision of public infrastructure," *International Journal of Project Management*, vol. 25, pp. 66-76, 2007.
- [34] M. C. Jefferies, "An Analysis of Risk Management in Social Infrastructure Public Private Partnerships (PPPs)," University of Newcastle, Australia, 2014.
- [35] L. Y. Shen, G. W. C. Wu and C. S. Ng, "Risk Assessment for Construction Joint Ventures," *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 127, no. 1, pp. 76-81, 2001.
- [36] SECOP, "Detalle del proceso: IDRD-APP-IP-001-2015," 16 October 2015. [Online]. Available: <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=15-20-855>. [Accessed August 2017].
- [37] Y. Ke, S. Wang and A. P. Chan, "Risk Allocation in Public-Private Partnership Infrastructure Projects: Comparative Study," *Journal of Infrastructure Systems*, pp. 343-351, December 2010.

---

## WHAT DO YOU THINK?

To discuss this paper, please submit up to 500 words to the editor at [bm.edificacion@upm.es](mailto:bm.edificacion@upm.es). Your contribution will be forwarded to the author(s) for a reply and, if considered appropriate by the editorial panel, will be published as a discussion in a future issue of the journal.

# Management of entomofauna in building as indicator of symptoms of pathological states. II- Genus *Blaps*

## Gestión de la entomofauna en edificación como indicador de síntomas de estados patológicos. II - Género *Blaps*

**GREGORIO GARCÍA LÓPEZ DE LA OSA**

Grupo de investigación Análisis e Intervención en Patrimonio Arquitectónico (AIPA), g.garcia.lopezosa@upm.es

**JAVIER LOSADA SANZ**

Ingeniero Técnico Agrícola, Madrid, losadasanz@hotmail.com

**SARA RODRÍGUEZ DE LA SARMANTINA FIKKERS**

Licenciada en Veterinaria, Colegiada nº 5163 COLVEMA Madrid, sararsf@yahoo.es

**ESTANISLAO MORENO DE SIMÓN**

Ingeniero de Montes, Construcciones Sando, S.A. Departamento Forestal Avda. Ortega y Gasset nº 112 29006 Málaga, emoreno@sando.com

◊ The genus *Blaps* is relatively poorly studied compared to others. It is a genus of nocturnal and crepuscular habits, of intense black color, uniform and bright and that, in some species, present anthropophilic tendencies, being frequent in the habitats where men are found.

As a continuation of the previous work "Management of entomofauna in building as indicator of symptoms of pathological states. I- Psocoptera", it deals with the genus *Blaps Fabricius, 1775*. It is a genus that is relatively little studied compared to others. The distinction of species is sometimes difficult, being necessary the use of morphology, the study of genitalia and molecular phylogenetic analysis. New species of *Blaps* are regularly described, even in areas of the world where studies are deeper, as is the case in Spain. The genus *Blaps* can be used as an indicator of the existence of organic matter in a greater or lesser state of decomposition.

**Pathology; Building construction; Entomofauna; Symptoms; Blaps.**

◊ El género *Blaps* está relativamente poco estudiado en comparación con otros. Se trata de un género de hábitos lucífugos, nocturnos y crepusculares, de color negro intenso, uniforme y brillante y que, en algunas especies presentan tendencias antropófilas, siendo frecuentes en los hábitats donde se encuentran hombres.

Como continuación del trabajo anterior "Gestión de la Entomofauna en edificación como indicador de síntomas de estados patológicos. I-Psocoptera", éste se ocupa del género *Blaps Fabricius, 1775*. Es un género que está relativamente poco estudiado en comparación con otros. La distinción de especies es en ocasiones difícil, siendo necesario el uso de la morfología, el estudio de la genitalia y análisis filogenéticos moleculares. La descripción de nuevas especies se produce regularmente, incluso en zonas del mundo donde los estudios son más profundos, como es el caso de España. El género *Blaps* puede utilizarse como indicador de la existencia de materia orgánica en un mayor o menor estado de descomposición.

**Patología; Edificación; Entomofauna; Síntomas; Blaps.**

### 1. EL GÉNERO *BLAPS*. LOS ESCARABAJOS DE LA MUERTE

Como continuación del trabajo anterior, éste se va a ocupar del género *Blaps Fabricius, 1775*. El género *Blaps* está relativamente poco estudiado en comparación con otros. Burakowski achaca esta falta de interés al hecho de no constituir plagas y a la defensa que presentan mediante la segregación de un fluido de olor fétido, de tipo creosótico [1]. Es un género en el que es difícil la distinción de algunas especies, provocando la falta de consenso entre los especialistas (Koch 1944, Español 1961, Viñolas 1989, Löbl, Smetana 2008, Soldati 2017), a la hora de describir nuevos taxones [2]. De hecho, múltiples estudios realizados en el siglo XIX por famosos entomólogos (Fischer 1844, Solier 1848,

Allard 1880-1882 y Seidlitz 1893) en base, exclusivamente, a la morfología, son reevaluados continuamente en la actualidad [3]. Por esta razón, modernamente, a la morfología externa se añade el estudio de la genitalia (edeagos y ovipositores) y más recientemente, análisis filogenéticos moleculares [4], lo que ha provocado un replanteamiento de algunas clasificaciones entre especies y subespecies, alterando el rango que tenían anteriormente. Para terminar de complicar las cosas, el dimorfismo sexual está fuertemente acusado [5] y las hembras de varias especies son prácticamente indiferenciables. Por todo ello, la descripción de nuevas especies se produce regularmente, incluso en zonas del mundo donde los estudios son más profundos, como es el caso de España [4].

Esta familia y consecuentemente el género *Blaps*, término procedente del griego βλαπτω, que significa “dañar” han estado rodeados históricamente de un halo supersticioso que los relaciona con la presencia de la muerte. Hay múltiples explicaciones en la bibliografía existente, pero son, en general, suposiciones que tratan de dar una explicación a un hecho que se sumerge en la tradición lo suficiente como para no poder afirmar con rotundidad nada. La más extendida relaciona la aparición de los *Blaps* en las casas con la llegada de la muerte para uno de los habitantes o su denominación como “escarabajos de los cementerios”, por ser sencillo hallarlos en estos lugares. A partir de esta relación con la muerte, la entomología, de los siglos XVIII y XIX fue dando nombre a muchas de las diferentes especies del género, relacionados con este hecho; *fatidica* Sturm 1807, *lethifera* Marsham 1802, *mortisaga* Linnaeus 1758, *ominosa* Menetries 1832, *superstitiosa* Erichson 1841, etc.

Es, sin embargo, cierto que se trata de un género de hábitos lucífugos, nocturnos y crepusculares [5], que su color es negro intenso, uniforme y brillante y que algunas especies presentan tendencias antropófilas, siendo frecuentes en los hábitats donde se encuentran hombres. Tendencias que llegan a muy fuertes en algunas que habitan bodegas, cuadras y edificios deteriorados y abandonados. En la naturaleza, se pueden encontrar en las madrigueras de pequeños mamíferos, como los conejos, minas, cuevas y oquedades del terreno, donde se ocultan durante el día, para salir al llegar la noche. Prefieren las zonas de media montaña, con cubierta de matorral, cuyas condiciones microclimáticas proporcionan protección y recursos tróficos por la acumulación de detritos que se deposita bajo esta vegetación.

Este género agrupa a coleópteros de gran tamaño, típicamente paleárticos, oriundos de Asia central, que supera las doscientas cincuenta especies, de las cuales, al menos, una decena se encuentran en la Península Ibérica [6]. Son ápteros, es decir que sus alas se encuentran atrofiadas y no pueden volar. De hecho, las especies del género *Blaps* tienen los élitros soldados, de modo que no pueden abrirlos, terminando en un apéndice de diferentes longitudes y formas, dependiendo de la especie, llamado mucrón, que es característico del género. Esta característica de tener los élitros soldados, junto con la de los hábitos nocturnos, son propias de seres procedentes de climas desérticos que necesitan conservar la humedad del cuerpo. Esta incapacidad de volar es causa de su limitada habilidad de dispersión y consecuentemente de sus múltiples endemismos. Su presencia en medios xéricos, es decir de baja humedad, es importante por la labor de descomposición de restos orgánicos que realizan [7].

Sus hábitos alimenticios son saprófagos, es decir que su alimentación se compone de biomasa vegetal o animal muerta y en descomposición sin descartar la coprofagia [8]. Como se ha dicho anteriormente, muchas especies tienen tendencias antropófilas y esto es debido al alimento que pueden obtener de nuestra especie. Soportan bien la falta de alimento y de agua.

Su actividad, con ciertas variaciones dependientes de la especie, se detecta durante todo el año, exceptuando los meses más fríos, con máximos poblacionales en épocas de bonanza climática, prefiriendo algunas especies el periodo primavera-verano y otras el de verano-otoño.

La esperanza de vida, en el entorno natural, es muy variable, dependiendo de la calidad del refugio invernal que puedan encontrar y de las condiciones climáticas generales, a lo largo del año. En laboratorio se han citado adultos de la especie *Blaps tichyi*, con una pervivencia de hasta diez años [1]. Esta edad los coloca entre los coleópteros más longevos, en estado adulto, conocidos [3]. Existe una notable diferencia entre la duración de su vida en estado larvario, que se mide en semanas y su vida en estado adulto que se mide, como ya se ha citado, en años.

Como todos los miembros de la superfamilia Tenebrionoidea, poseen una secuencia tarsal de cinco tarsómeros en las patas delanteras llamados protarsos, cinco en los medios mesotarsos y cuatro en los posteriores. Estos son, además, más anchos y largos que los otros. Siendo todos ellos fuertes y anchos, por lo que caminan claramente separados del suelo y ligeramente inclinados hacia la cabeza. Sus movimientos son lentos y aparentemente inseguros.

Todas las especies poseen métodos defensivos como exagerar su posición inclinada y, como ya se ha citado, la segregación de fluidos fétidos, que, sin embargo, sirven también para atraer a miembros de su misma especie. Otras como la especie *Blaps mortisaga* o la *Blaps lethifera* hacen uso, además, de la tanatosis. Que es un comportamiento, mediante el cual simulan estar muertos ante los depredadores, siendo descartados por ello. Se colocan sobre su espalda, con las patas hacia arriba, estiradas y rígidas, permaneciendo absolutamente inmóvil hasta quince minutos.

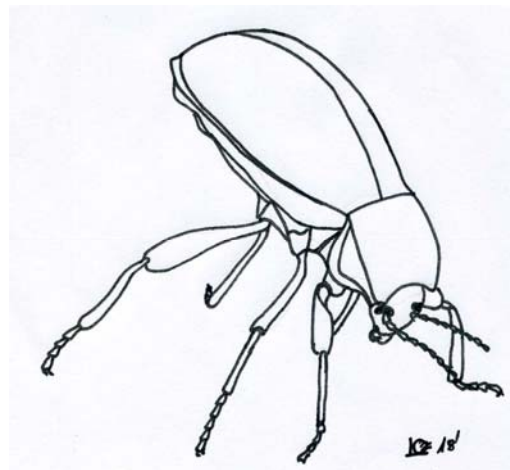


Figura 1: Ilustración de *Blaps* en posición defensiva. Fuente: Gregorio García López de la Osa.

Los adultos ponen los huevos en la tierra, cerca de substratos alimenticios. Están recubiertos de una mucosa pegajosa a la que se adhieren los materiales del entorno, ocultándolos de los posibles depredadores. Eclosionan después de un periodo de entre siete y treinta y cinco días, dependiendo de la

temperatura ambiente.

Las larvas necesitan un periodo de desarrollo de entre nueve y dieciséis semanas. Son cilíndricas, bien esclerotizadas y mudan entre diez y trece veces durante su crecimiento. Viven ocultas, en galerías bajo el suelo y evitando la luz. Se nutren de cualquier tipo de materia orgánica, incluso se han encontrado en el interior de diversos frutos caídos de los árboles, en los que penetran desde sus galerías. Soportan humedades inferiores al 20%.

Pupan a finales de verano o en otoño, enterradas en la tierra, en una cámara excavada entre los seis y los diez centímetros de profundidad, durante un periodo de entre veinte y treinta y cinco días dependiendo de la temperatura del ambiente. Una vez producida la metamorfosis se mantienen una semana en el interior de la cámara de pupa hasta que se colorean y esclerotizan completamente y entonces surgen al exterior.

## 2. CLAVES DE DETERMINACIÓN

Pupan a finales de verano o en otoño, enterradas en la tierra, en una cámara excavada entre los seis y los diez centímetros de profundidad, durante un periodo de entre veinte y treinta y cinco días dependiendo de la temperatura del ambiente. Una vez producida la metamorfosis se mantienen una semana en el interior de la cámara de pupa hasta que se colorean y esclerotizan completamente y entonces surgen al exterior.

Los *Blaps* son:

- a. Filo Arthropoda: se trata de animales simétricos con respecto al plano mediano, con cuerpo segmentado formado por varios anillos. Tegumentos endurecidos por quitina formando un exoesqueleto externo y con patas articuladas.
- b. Subfilo Hexapoda: su característica principal es la existencia de un tórax del que parten tres pares de patas.
- c. Clase Insecta: su cuerpo está dividido en cabeza, tórax y abdomen, en muchos casos con dos pares de alas, un par de antenas y tres pares de patas.
- d. Orden Coleoptera: se caracterizan por tener los élitros duros y córneos, contiguos y formando un estuche.
- e. Suborden Polyphaga: se caracterizan por tener la pleura protorácica no es visible externamente, sino que está fusionada con el trocántin y permanece interna como "criptopleura".
- f. Infraorden Cucujiformia: infraorden muy complejo con una composición de familias inestable, del que se desconoce mucho.
- g. Superfamilia Tenebrionoidea: poseen élitros mayoritariamente negros y la mayoría de las familias son heterómeras (cinco segmentos tarsales en los tarsos

anteriores y medios y cuatro en los posteriores).

- h. Familia Tenebrionidae Latreille 1880: la más importante de entre los Tenebrionoidea por el número de géneros, especies y variabilidad morfológica [9]. Color negro u oscuro, aunque se dan coloraciones metálicas y con manchas rojas. Talla entre 1 y 70 mm. La cabeza se ensancha lateralmente en forma de lóbulo, delante de los ojos, bajo los que nacen las antenas, que tienen once artejos (raramente diez). Coxas anteriores claviformes, alas atrofiadas o inexistentes, tarsos heterómeros, uñas no pectinadas.
- i. Subfamilia Tenebrioninae Latreille 1802: poseen un tamaño mediano, con los élitros corrugados de color usualmente negro, brillo satinado a mate.
- j. Tribu Blaptini Leach 1815: se compone de unas quinientas especies, divididas en cinco subtribus y veintiocho géneros [4].
- k. Subtribu Blaptina Leach 1815.
- l. Genero *Blaps* Fabricius 1775: son insectos de talla grande, en general mayor de 20 mm. Su color es negro intenso. Poseen el penúltimo artejo de las antenas semejante a los vecinos y de igual longitud. Como ya se ha mencionado, los élitros están soldados y terminados en un mucrón, que adopta distintas formas y longitudes dependiendo de la especie. Cuenta con más de doscientas cincuenta especies [7]. En su momento se separaron en dos secciones -Allard 1880-, la primera avanzó por el norte europeo, tienen el pronoto más plano y suelen ser de menor tamaño, la segunda avanzó por el Mediterráneo hasta España, tienen el pronoto más abombado y son generalmente más grandes. Aunque actualmente no tienen valor taxonómico.

## 3. LOS *BLAPS* IBÉRICOS

Las especies de *Blaps* que se encuentran en la Península Ibérica son:

1. *Blaps gigas*, Linnaeus, 1767: es la especie sobre la que existen más estudios (Linnaeus 1767, Español 1961 y 1965, Gardini 1976, Viñolas 1981, Gimenez y Esteve 1995, Marcuzzi 1998, Cartagena y Galante 2003). Se encuentra en el entorno mediterráneo y en las islas atlánticas, sin preferencia especial por un ambiente determinado [8]. Presenta costumbres antropófilas [10]. Tamaño de entre 27 y 38 mm. Mucrón terminado en puntas divergentes.
2. *Blaps hispanica*, Laporte, 1840\*: es endémico de la Península Ibérica. Su morfología es muy similar a la del *Blaps lusitánica*, diferenciándose los machos por un mechón de pelo que poseen entre el primer y segundo segmento o esternito abdominal, que no poseen estos. Tiene un tamaño de entre 25 y 37 mm. El mucrón es largo

y con terminación paralela [11]. Tampoco muestra una especial preferencia por un ambiente determinado [8]. \* Se cita habitualmente como perteneciente a Solier 1848, pero en 1973, Ardoin desveló que en realidad la paternidad era de Laporte 1840 [12].

3. *Blaps lusitanica* Herbst, 1799: muy común en todo el Mediterráneo occidental, consecuentemente en la península y las Islas Baleares. Se trata de una especie ubiquista que puede aparecer en múltiples ambientes. Tiene un tamaño de entre 24 y 30 mm. Se caracteriza por tener el último artejo de los tarsos terminado en una prolongación triangular, puntiaguda. La carena marginal de los élitros está colocada por debajo del contorno aparente, por lo que solo es visible por debajo. El mucrón es de terminación paralela [11]. Convive con facilidad con la especie *Blaps hispanica* [8]. Se ha citado como presa de la *Latrodectus lilianae*, la araña de tipo viuda negra propia de la Península Ibérica. Se encuentran, dentro de las madrigueras de conejos alimentándose de sus excrementos [3] [11]. También frecuenta los espacios habitados por seres humanos, siempre que exista abundancia de materia orgánica. Se le atribuyen tres subespecies: *Blaps ceballosi* en la zona central de la península, *Blaps mequignoni* en el norte y *Blaps espanoli* en el litoral mediterráneo e Islas Baleares (Figura 2).

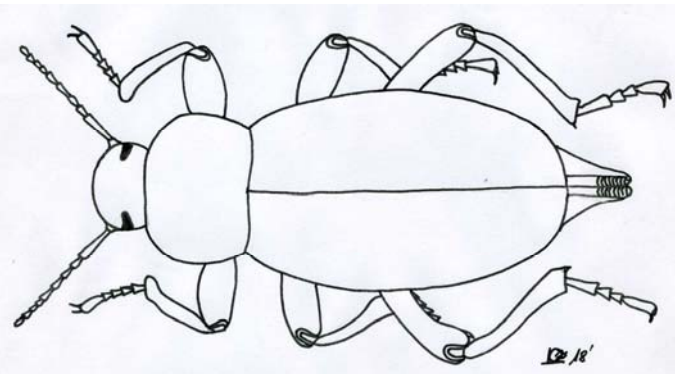


Figura 2: Ilustración de *Blaps lusitanica*. Fuente: Gregorio García López de la Osa.

4. *Blaps barrancoi* Castro, 2014: localizado en el levante. Longitud entre 25 y 33 mm. Mucrón largo y paralelo. Macho con mechón de pelo entre el primer y segundo esternito abdominal.
5. *Blaps nitens brachyura* Küster 1848: especie que ha sufrido varios cambios taxonómicos. Se describió como especie propia por Küster en 1848, pasando luego a ser contemplada como subespecie de la *Blaps sulcata*. Finalmente, Ardoin en 1973 pasa a designarla como *Blaps nitens*. Se trata de una especie endémica de la Península Ibérica, con especial querencia por los ambientes con temperatura de piso termomediterráneo en las zonas más bajas (altitud desde el nivel del mar hasta los 400-600 m, sin heladas en invierno, temperaturas elevadas en verano con gran estrés hídrico y vegetación basada en especies esclerófilas; *Buflaga marina* -*Thymelaea hirsute*-, Algarrobo -*Ceratonia siliqua*-, *Candilicios* -*Aristolochia baetica*-, etc.), precipitación de ombroclima semiárido (200-350 mm), litología a base de calizas y calcarenitas, con pendientes por debajo del 5% [7]. Talla de entre 18 y 27 mm. Mucrón muy corto, bífido.
6. *Blaps waltli* Seidlitz 1893: especie poco frecuente, endémica de la Península Ibérica. Tamaño entre 27 y 47 mm. Mucrón muy largo y terminado en curva descendente. Citado en el oeste de Andalucía y sur de Portugal [7].
7. *Blaps tichyi* Martínez 2010: endémica de la Península Ibérica. Muy cercana a las especies *Blaps waltli* y *Blaps lusitanica*. Propia de hábitats de terreno arenoso y arcilloso con vegetación dispersa de matorral. Se encuentra también en el entorno de las madrigueras de conejos, alimentándose de sus excrementos. Tamaño entre 26 y 40 mm. Mucrón terminado en curva descendente con la punta unida.
8. *Blaps bedeli* ssp. *torressalai* Español, 1961: propio del sur de las Islas Baleares –Menorca–. Mucrón recto y corto.
9. *Blaps mortisaga* Linnaeus, 1758: aunque ha sido considerado una especie de la Península Ibérica, con varias citas, Gómez Carrasco (1895), Correa de Barros en Portugal y Hedquist (1956) en Palma de Mallorca [13], no se considera tal en la actualidad, entendiéndose como una confusión con el auténtico *mortisaga* de la zona centroeuropea.
10. *Blaps lethifera* Marsham, 1802: ampliamente distribuido por la zona euro-asiática, por la Península Ibérica y las Islas Baleares. Talla entre los 20 y los 27 mm. Macho con mechón de pelo entre el primer y segundo esternito abdominal. Viñolas la cita en 1981 [14].
11. *Blaps lugens* Seidlitz, 1893: citado en Andalucía.
12. *Blaps mucronata* Latreille, 1804: citado en la mitad septentrional de España.
13. *Blaps gibba* Laporte, 1840: se la puede encontrar en la Islas Baleares.

#### 4. INDICADORES DE SÍNTOMAS DE ESTADOS PATOLÓGICOS DE LOS EDIFICIOS

La detección de miembros del género *Blaps* en los edificios es relativamente sencilla. Son varias de entre las especies y subespecies descritas en el punto anterior, que tienen tendencias antropófilas. Como ya se ha citado se las encuentra más frecuentemente en bodegas, sótanos y partes del edificio no utilizadas habitualmente. Este hecho está directamente relacionado con sus hábitos nocturnos. Con respecto a sus hábitos alimenticios y su capacidad de supervivencia en entornos de escasez, les resulta sencillo encontrar sustento en lugares inhóspitos para otros insectos.

La utilidad del género *Blaps*, como indicador de estados patológicos en los edificios, está directamente relacionada con estos hábitos alimenticios. Allá donde se encuentre un miembro de este género, se puede afirmar que existe materia orgánica, en mayor o menor grado de descomposición. Se completa el indicador si se puede responder al interrogante sobre el origen de la citada materia orgánica en descomposición. El origen puede ser múltiple, aunque sugerimos algunos ejemplos:

- a. Existencia de otros artrópodos generadores de estados patológicos, como insectos xilófagos en estructuras de madera.
- b. Detección de humedades estacionales fuera de periodos de lluvias. Estas especies no tienen preferencia por los ambientes húmedos, como si les pasaba a las del orden Psocóptera, estudiadas en el trabajo anterior, pero esto no les impide acudir a una posible fuente de alimento si lo necesitan. Pero encontrarán los restos orgánicos sobre una superficie seca, que en otros momentos del año se humedece.
- c. Existencia de materia orgánica procedente de fugas de instalaciones. Del mismo modo que en el caso anterior, es posible detectar fugas de las instalaciones que no son continuas y que requieren que coincidan varias circunstancias para producirse.
- d. Otro ejemplo, no directamente relacionado con los estados patológicos de los edificios, teniendo en cuenta sus hábitos coprófagos y su preferencia por las deposiciones de pequeños roedores, pueden ser indicadores de la presencia de estos en los edificios, aunque sus deposiciones no sean visibles. Se ha citado al género *Blaps* como hospedador intermedio de los

parásitos *Moniliformis moniliformis* [15], típico de roedores con tendencias antropofílicas. La presencia de los roedores puede a su vez ser indicador de lesiones en el sistema de saneamiento del edificio.

En resumen, se puede afirmar que, si se detecta la presencia de miembros del género *Blaps* en un edificio, es porque existe materia orgánica en descomposición en el mismo. Esa materia orgánica, siempre que no sea de origen directamente antrópico ha sido depositada en el lugar por un evento anómalo o por otro ser vivo. Es necesario averiguar el origen para considerar la presencia como indicador de un estado patológico de un edificio o no.

## 5. ESTUDIO DE CASO

En nuestra actividad profesional nos hemos encontrado en ocasiones con miembros del género *Blaps*. Se expone a continuación un caso muy revelador del comportamiento de estas especies, aunque no es ejemplo de su uso como indicador.

Durante la intervención de restauración de la Iglesia Parroquial de Santa María de Renera (Guadalajara), en septiembre de 2010, se procedió al levantamiento del solado, como parte de la mejora del templo. Aprovechando el levantamiento del pavimento se procedió a realizar la excavación arqueológica del subsuelo del interior de la iglesia. Como cabía esperar, bajo el suelo se encontraron decenas de enterramientos.

A las pocas horas de comenzar el movimiento de tierras y la recuperación ordenada de los cuerpos, comenzaron a aparecer los primeros *Tenebrónidos* del género *Blaps*, al mover escombros que el día anterior habían quedado apilados en el límite de la zona de excavación. (Figura 3 y 4).



Figura 3: Fotografías de restos humanos de la Iglesia Parroquial de Santa María de Renera y un *tenebrónido* del género *Blaps*. Fuente: Gregorio García López de la Osa.

La identificación se produce a través de un entomólogo, vía imagen. Desgraciadamente la calidad de la fotografía no permite establecer la especie de forma indiscutible. La

morfología, hace posible pensar que se pueda tratar de alguna de las especies lusitánica, lethifera o mucronata. Esta identificación no concluyente, en el caso de la lusitánica,





Figura 4: Fotografía de varios tenebrónidos en las excavaciones de la Iglesia Parroquial de Santa María de Renera. Fuente: Gregorio García López de la Osa.

encuentra apoyo en los estudios realizados por Cartagena y Galante, según los cuales la población de este *Blaps* mantiene actividad durante todo el año, a excepción de los meses de más frío. Además, los picos de población, de esta especie se producen en marzo y en septiembre [8]. Fecha en la que fueron detectados estos tenebrónidos. En contra de esta identificación se encuentra el hecho del gran parecido con el *Blaps hispanica*, que también tiene uno de sus picos de población en septiembre. Ambos se encuentran frecuentemente en la zona central de la península, por lo que la localización geográfica no aporta información útil ante la hipótesis.

## 5. CONCLUSIONES

Como conclusiones se puede afirmar:

La presencia sobrevenida de estos miembros del género *Blaps*, a una excavación arqueológica con presencia de restos humanos, en el interior de un edificio, permite constatar:

- Las tendencias antropófilas de algunas especies, concretamente del *Blaps lusitanica*, dando por buena la identificación propuesta en este trabajo.
- Los hábitos nocturnos del género, en cualquier caso, lucífugos cuando se encuentran en un entorno antrópico.
- Su capacidad de indicador de la existencia de materia orgánica en descomposición.

## 6. REFERENCIAS

- [1] B. Burakowski, *Laboratory methods for rearing soil beetles (Coleoptera)*, vol. 46. 1993.
- [2] J. M. Carballal, "Genero *Blaps*." <http://juan-e-isa.blogspot.com/2017/10/blaps-hispanica.html>, p. 11, 2017.
- [3] J. C. Martínez Fernández, "Un nuevo representante del género *Blaps Fabricius, 1775* de la Península Ibérica: *Blaps tichyi* N. SP. (Coleoptera, Tenebrionidae)," *Boletín la Soc. Entomológica Aragon.*, vol. 47, pp. 181–185, 2010.

[4] L. Soldati, F. L. Condamine, A.-L. Clamens, and G. J. Kergoat, "Documenting tenebrionid diversity: progress on *Blaps fabricius* (Coleoptera, Tenebrionidae, Tenebrioninae, Blaptini) systematics, with the description of five new species," *Eur. J. Taxon.*, no. 282, pp. 1–29, 2017.

[5] F. Español, "Los *Blaps* de la Península Ibérica, (Col. Tenebrionidae)," *Eos Rev. Española Entomol.*, vol. 37, no. 4, pp. 399–414, 1961.

[6] A. Castro Tovar, "Una nueva especie de *Blaps Fabricius, 1775* del sureste de España (Coleoptera, Tenebrionidae)," *Arq. Entomológicos*, vol. 12, pp. 237–243, 2014.

[7] J. J. López-Pérez, "Corología de las especies de *Blaps Fabricius, 1775* (Coleoptera, Tenebrionidae, Tenebrioninae) en la provincia de Huelva Introducción Material y métodos," *Boletín la Soc. Andaluza Entomol.*, vol. 1775, no. Español 1961, pp. 79–86, 2007.

[8] M. C. Cartagena and E. Galante, "Ecología del género *Blaps Fabricius, 1775* en el sudeste Ibérico (Coleoptera, Tenebrionidae)," in *Sessió Entomològica ICHN-SCL, 2003*, vol. 12, no. 2001, pp. 43–53.

[9] J. L. Bujalance de Miguel, "Estudio taxonómico y ecológico de los Tenebrionidae (Coleoptera) del suroeste de la Península Ibérica," Universidad de Córdoba, 2015.

[10] F. Español, "Los tenebrionidos terrícolas del Pirineo catalán," *Boletín del Inst. Estud. Piren.*, 1952.

[11] J. Blasco-Zumeta, "Blaps lusitanica," 2016. [Online]. Available: <http://monteriza.com/wp-content/uploads/insecta/220.blaps-lusitanica.pdf>. Último acceso 8 de diciembre 2018.

[12] J. C. Martínez Fernández, J. J. López-Pérez, and J. P. González de la Vega, "Corología de los *Blaps Fabricius, 1775* (Coleoptera, Tenebrionidae, Tenebrioninae) de Andalucía," *Boletín la Soc. Andaluza Entomol.*, vol. 17, pp. 43–54, 2011.

[13] J. Ferrer and J. C. Martínez Fernández, "Blaps mortisaga (L.) o la leyenda de la muerte, una especie introducida en Europa boreal y occidental (Coleoptera, Tenebrionidae)," *Boletín la Soc. Española Entomol.*, vol. 32, pp. 245–261, 2008.

[14] A. Viñolas, "Tenebrionidos de la comarca del Segria y de las zonas halofilas de Los Monegros (Coleoptera)," in *II Sessió conjunta d'entomologia, 1981*, pp. 67–72.

[15] J. Gállego Berenguer, "Manual de parasitología," in *Manual de parasitología*, U. de Barcelona, Ed. Barcelona, 2007, p. 518.

## WHAT DO YOU THINK?

To discuss this paper, please submit up to 500 words to the editor at [bm.edificacion@upm.es](mailto:bm.edificacion@upm.es). Your contribution will be forwarded to the author(s) for a reply and, if considered appropriate by the editorial panel, will be published as a discussion in a future issue of the journal.

# Implementation of BIM in infrastructure: the need to address it from the public sector

## Implementación de BIM en infraestructura: la necesidad de abordarlo desde el sector público

**SANTIAGO ALSINA-SALTARÉN**

Universidad de Los Andes, Department of Civil & Environmental Engineering. [s.alsina10@uniandes.edu.co](mailto:s.alsina10@uniandes.edu.co)

**JOSÉ LUIS PONZ-TIENDA**

Universidad de Los Andes, Department of Civil & Environmental Engineering. [jl.ponz@uniandes.edu.co](mailto:jl.ponz@uniandes.edu.co)

**LAURA GUTIÉRREZ-BUCHELI**

MSc, C.Eng, Universidad de Los Andes, Department of Civil & Environmental Engineering. [la.gutierrez725@uniandes.edu.co](mailto:la.gutierrez725@uniandes.edu.co)

**MÓNICA SIERRA-APARICIO**

Universidad de Los Andes, Department of Civil & Environmental Engineering.

- ◊ The implementation of Building Information Modeling and its use is becoming much more popular and common throughout the world.
- ◊ BIM is being recognized as a technological tool, as a set of collaborative and interdisciplinary processes and as a management methodology, which allows the project to maximize its value throughout its lifecycle.

The implementation of Building Information Modeling (BIM) in infrastructure projects involves the private sector and the public sector. The participation of the first one is widely documented; however, the role of the second one has not been rigorously studied. Consequently, this paper raises the need to implement BIM in infrastructure projects in Colombia, demonstrating the importance of the government initiative, leadership and regulation. The role that the public sector must play is evidenced, both for acting as owner of the infrastructure projects and for the lessons learned from the leading and pioneer countries in BIM. It is established that the use of BIM is enhanced and accelerated from the moment that the public sector adopts a position to promote its implementation. Therefore, this article defines the different roles that the public sector can take to encourage the use of BIM. Likewise, it proposes a BIM governmental roadmap for Colombia that can be extrapolated to countries with an economy, an idiosyncrasy and a similar level of BIM implementation. Also serving as a starting point for the development of standards, strategies and programs that encourage the implementation of BIM at a national level.

*BIM; Infrastructure; Public sector; Roadmap; Colombia.*

- ◊ La implementación de Building Information Modeling y su uso se están volviendo cada vez más populares en todo el mundo.
- ◊ BIM está siendo reconocido como una herramienta tecnológica, como un conjunto de procesos colaborativos e interdisciplinarios y como una metodología de gestión, que permite al proyecto maximizar su valor a lo largo de su ciclo de vida.

La implementación de Building Information Modeling (BIM) en proyectos de infraestructura involucra al sector privado y al sector público. La participación del primero está ampliamente documentada, sin embargo, el rol del segundo no ha sido rigurosamente estudiado. Consecuentemente, este artículo plantea la necesidad de implementar BIM en los proyectos de infraestructura en Colombia, demostrando la importancia de la iniciativa, el liderazgo y la regulación del gobierno. Se evidencia la necesidad del rol que debe jugar el sector público, tanto por actuar como dueño de los proyectos de infraestructura, como por las lecciones aprendidas de los países líderes y pioneros en BIM. Se establece que el uso de BIM se potencializa y se agiliza desde el momento en que el sector público adopta una postura para promover su implementación. Por lo tanto, este artículo define los diferentes roles que puede adoptar el sector público para impulsar la utilización de BIM. Así mismo, propone una hoja de ruta gubernamental BIM para Colombia, extrapolable a países con una economía, una idiosincrasia y un nivel de implementación BIM similar. Sirviendo también como punto de partida para el desarrollo de estándares, estrategias y programas que incentiven la implantación de BIM a nivel nacional.

*BIM; Infraestructura; Sector público; Hoja de ruta; Colombia.*

### 1. INTRODUCTION

The supply of infrastructure by the construction industry plays a fundamental role in the generation of wealth in a country, as well as in its levels of competitiveness [1]. The second pillar to measure the competitiveness of a nation, according to the World Economic Forum, is infrastructure, referring, to the

transport infrastructure (road, air, rail, and port), as well as to the electrical and telecommunications infrastructure. This happens since infrastructure is the means by which the other sectors of the economy grow and strengthen [2].

Framed in the Colombian context, it can be seen the impact that the construction sector (buildings and infrastructure) has on the economy of the country. The GDP of Colombia, taking

as a reference the second quarter of the year, increased from 2016 to 2017 by 1.3% [3]. In this variation, the construction sector contributed 0.3% of GDP [3]. Additionally, this sector occupied 6.2% of employees during the second quarter of 2017 [3]. Regarding competitiveness levels of Colombia, according to the report of the World Economic Forum of 2017, the quality of transport infrastructure is in the 98th position of 137 countries and the energy and telecommunications infrastructure in the 76th position [4].

Additionally, the inadequate supply of infrastructure by the country is established as the fourth most problematic factor for doing business in Colombia [4]. In synthesis, statistics show that, in Colombia, infrastructure is fundamental for the social and economic development of the country. However, it is in a state that claims for deep and significant improvements [5].

Infrastructure projects are commonly associated with over-costs, non-compliance with deadlines, changes in specifications during their execution and even corruption [2]. However, the architecture, engineering and construction industry (AEC) is constantly looking for techniques and methodologies that reduce costs, increase efficiency and quality and reduce delivery project time [6]. As a response to the above, Building Information Modeling (BIM) emerged, which is a set of policies, processes, and technologies that work in an integrated and collaborative manner, generating a methodology to manage the project throughout its life cycle [7]. BIM consists of generating a graphic representation of the physical and functional characteristics of a project. This creates a friendly and intuitive model, which integrates all the areas and components of the project harmoniously, allowing the integral and collaborative updating of its changes. However, BIM is not limited to the use of software; it requires adopting an integrated and collaborative work approach among all parties [8].

BIM is intended to serve as a resource for the exchange of information and shared knowledge. As a result, it is a reliable basis for decision-making throughout the life cycle of the project. BIM must be understood in three ways: as a product, as a collaborative process and as a management requirement for the entire life cycle of the project. That is to say, BIM does not focus on addressing only technical, operational or technological issues, but also focuses on the management of information exchange, multidisciplinary interrelation and the organizational structure of projects [9]. Since the emergence of BIM, in the 70s and its development in the 80s and 90s, its implementation has been gradually increasing, making traditional processes based on 2D designs, obsolete [10]. Currently, BIM is commonly used in vertical construction, that is, in building and real estate projects. On the contrary, its implementation in horizontal construction is uncommon and undocumented. However, its use in infrastructure projects has a great potential to add and generate value throughout the life cycle of the project [11].

Focused on the Colombian construction industry, the use of BIM is modest, and it is in its early stages of maturity. Although its advantages attract a large number of professionals, there is still an apparent fear, caution or ignorance, associated with the change in technology and methodology required [8]. The implementation of BIM is presented only as separate and independent proposals in private real estate projects. While its use in infrastructure projects is scarce.

Regarding the implementation of BIM, two main actors can be identified: the private sector and the public sector [12]. The role of the first one is bright and widely studied. However, the position that the second one must play is less common and poorly documented. Even though, it can be established that government support is a force that encourages the use of BIM and potentiates its implementation. The intervention of the public sector generates an environment of acceptance towards new technologies since it gives them credibility and also a legal or regulatory weight [12]. Therefore, the adoption of BIM by the industry is streamlined and made more effective.

Consequently, the purpose of this paper is to identify the need for the leading role that the public sector must take to potentiate and speed up the implementation of BIM in a country. Likewise, it seeks to define the different roles that the public sector can adapt to favor and stimulate the implementation of BIM. Finally, a BIM roadmap for the Colombian government is proposed, to come up with a first scenario that allows a large-scale promotion of BIM implementation in the infrastructure projects of the country.

## 2. METHODOLOGY

In order to carry out this study and generate the road map that the Colombian government should follow to promote the implementation of BIM in public projects, the following steps were followed. Initially, a bibliographic research of the actions adopted by the different leading BIM countries in the world was carried out, allowing to identify patterns of decisions and actions that have allowed them to successfully implement BIM. Likewise, road maps proposed by various governments were studied, standing out the most effective and successful actions and decisions. Next, the Colombian context of the architecture, engineering and construction industry was studied and documented, focusing on the delivery methods used by the Colombian government. Subsequently, based on the state of the art previously generated, the roles and actions that the public sector can adopt to promote the use of BIM in infrastructure projects were identified. Finally, the actions taken by the leading countries and pioneers in BIM were adapted to the Latin American context, allowing to create the government road map for the Colombian government.

### 3. STATE OF ART: BIM IN THE PUBLIC SECTOR

The public sector plays a fundamental role in promoting the development and use of BIM in infrastructure projects. The diffusion of BIM advances with greater agility in the countries in which the government adopts BIM strategies [13]. As a result, the level of BIM implementation in each country is closely related to the current government legislation and the

intention to promote BIM in public contracts [14].

Figure 1 was constructed to outline the level of implementation of BIM according to the obligation or recommendation of its use by the public sector. It must be borne in mind that said map takes into account the use of BIM both in infrastructure projects and in real estate projects. The implementation of BIM in different countries was divided into three categories:

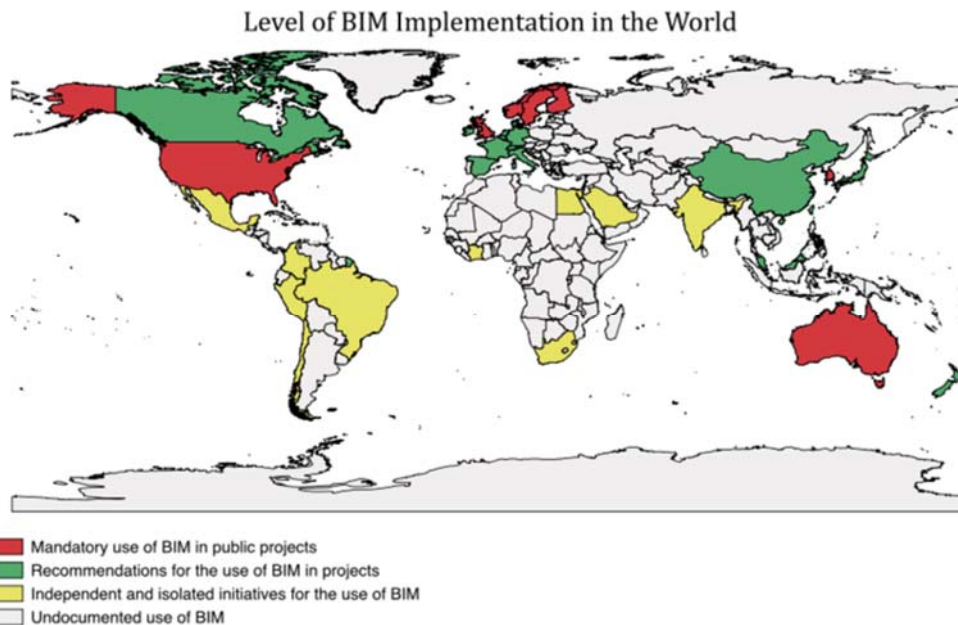


Figure 1: Level of BIM implementation in the world.

- ◆ **Mandatory use of BIM in public projects:** countries that have public policies or with governmental entities (at least one) that require the use of BIM throughout the life cycle of the projects and that incorporates it in its procurement methods.
- ◆ **Recommendations for the use of BIM in projects:** countries whose public sector has developed some effort to promote the use of BIM through the development of standards, guides, pilot projects, BIM implementation programs, among others. However, the use of BIM is not mandatory.
- ◆ **Independent and private initiatives for the use of BIM:** countries whose government has not taken any action to promote the implementation of BIM. However, in these countries, there is evidence of the use of BIM by private companies in an isolated and independent way.

It can be seen that many countries around the world use BIM tools and technologies. However, the vast majority is limited to the implementation through isolated initiatives that are mainly focused on the vertical construction sector, which is in fact, the case of Colombia.

On the other hand, few countries have been incorporating BIM into public contracts and government legislation. The United States is one of the pioneer countries in the adoption of BIM since it has included this technology and methodology to several bodies of the public sector, which promote its implementation [10]. The US has established programs, has set

goals and has defined different standards and guidelines regarding BIM [13]. Another country that stands out as leader of BIM implementation from the public sector is the United Kingdom because in 2011 it launched The Government Construction Strategy, which established that by 2016, all projects with the government should be using BIM. Other countries whose public bodies have mandatory use of BIM are Norway, Finland, Sweden, Singapore, Hong Kong, South Korea, and Australia [7] [12] [13] [14] [15] [16].

Moreover, some countries whose governments recommend the use of BIM, acknowledge its benefits and have made efforts to encourage its use and have a leading role in the implementation of BIM are Netherlands, Denmark, Belgium, Luxembourg, France, Germany, Italy, Malaysia, Spain, Switzerland, Ireland, Japan, China, Taiwan, New Zealand, Canada, among others [7] [12] [13] [14] [15] [16].

In the present paper, only the cases of the United States and the United Kingdom will be mentioned, taking them as a reference for how BIM should be implemented from the public sector. Subsequently, a brief mention will be made about state of the art in the Colombian context.

Currently, the US is one of the largest manufacturers and consumers of BIM products [10]. Its implementation covers all fields of the architecture, engineering and construction industry [13]. In the public sector, the entity that has the most active participation in the promotion of BIM is the General

Services Administration (GSA) [13], which is responsible for the construction and operation of federal facilities [15]. In 2003, this agency, through the Public Buildings Service (PBS) and the Office of Chief Architect (OCA), launched the national program 3D-4D BIM [16], which sought to implement BIM in more than 200 projects valued at more than \$ 12 billion dollars [13] and thus, optimize designs and increase the efficiency and quality of construction. Additionally, it established the goal of requiring the use of BIM in all its projects since 2007 [15]. In support of these policies, the GSA has been progressively developing 8 BIM guidelines [13]. For the year 2007, 28% of the industry used BIM and five years later (2012) of the effective date of the legislation, 71% of the industry implemented BIM in their projects [16].

Furthermore, The National Institute of Building Sciences (NIBS) is another entity of the public sector, which has played a relevant role in promoting the implementation of BIM [16]. This institution has published two versions of The National BIM Standard-United States. These are a series of documents, guidelines, and standards, which aim is to define the best practices of the use of BIM, standardize the language and exchange of BIM information among the different stakeholders, recommend the best methods and processes, among many other topics [13]. State governments and other government institutions followed these behaviors, promoting the use of BIM in various projects [10]. Additionally, they created research groups and generated guidelines to implement BIM [7].

Simultaneously, the public sector launched BIM programs and committees, as well as it held training courses and conferences. Also, the US created different standards to implement BIM efficiently. By 2015, 47 BIM standards had been developed and were public, of these, 17 were formed by the government and 30 by non-profit organizations [13]. Most standards are execution plans and modeling methodologies [13].

Finally, it is worth mentioning that in the US has been developing different contracts in order to incorporate BIM in them, seeking to make the procurement methods compatible and profitable for the use of BIM. The ConsensusDOCS 301, the AIA E202 and the AIA E203 can be highlighted. The first is aimed to be used in projects where the owner and the main contractors agreed, from very early stages, on the use of BIM. The contract includes legal and administrative issues about BIM, and its purpose is to be used as an appendix to the agreement for all participants. This also includes a plan for the execution of the project to establish the dependence on the BIM model and reflects in the document the best BIM practices through standardized formats. The other two mentioned contracts, created by the American Institute of Architects, make contributions on the definition of levels of development (LODs) to unify the reliability of the information of the models and standardize the contracts that define the authorship of the knowledge of the models. These contracts are updated and improved periodically. Likewise, it can be seen that in some

infrastructure projects IPD has been implemented as the project delivery system [14].

In the case of the United Kingdom, the use of BIM began to become widespread since May 2011, when The Government Construction Strategy was published [13]. This document established the goal of having savings of up to 20% in construction [16]. To achieve this, one of the strategies defined was to make mandatory that all public projects should implement BIM Level 2 for 2016. Consequently, to accompany this goal and increase the capacity to implement BIM by the public sector, the BIM Task Group was created that same year [15]. This is a group that brings together experts from industry, government, clients, professionals from different disciplines and the academy, with the objective of providing support to the government and companies, in making the transition to the BIM implementation and thus meet the goal for 2016 [16]. This group begins to carry out training programs and begins to publish guidelines regarding the implementation of BIM. Similarly, other government institutions begin to implement protocols and standards that support the government's goal, such as the Construction Industry Council and British Standards Institution B / 55 [13].

Afterward, the BIM Task Group, state entities, and non-profit organizations, published standards for the implementation of BIM. By 2015, the United Kingdom had 18 standards, of which three were created by the government and 15 by non-profit organizations. Among these, most are execution plans, modeling methodologies and presentation styles of the components [13]. Additionally, a significant number of BIM technical guides have been developed that respond to the government's goals. Moreover, the United Kingdom developed three new project delivery systems that involve the contractor from the early stage of the project, promoting the integration of all stakeholders. These programs were designed to accompany the goals of the Government Construction Strategy. The procurement methods are Cost Led Procurement, Integrated Project Insurance and Two Stage Open Book [14]. These contracting methods have been implemented in several pilot projects, evidencing lower costs. Simultaneously, the United Kingdom developed contracts involving BIM, such as the Project Partnering Contracts (PPC200) and the Joint Contracts Tribunal (JCT Contracts) [14].

In the Colombian scenario, the implementation of BIM is limited applied to the independent initiatives of private companies separate, since no action taken by the public sector, concerning BIM, is documented. The application of BIM in Colombia is particularly in the real estate industry, using BIM tools mainly in the execution of architectural work [17]. While BIM is little known in the infrastructure.

In summary, BIM in Colombia is in an initial stage of maturity since its use is modest, due to fear, caution, ignorance and/or costs associated with the implementation of new technologies

and methodologies [8]. Therefore, it is clear that great efforts must be made by the industry, academia and, above all, the government, to raise awareness of BIM and encourage its implementation in infrastructure projects.

#### 4. IMPLEMENTATION OF BIM IN INFRASTRUCTURE FROM THE PUBLIC SECTOR

##### 4.1. PROJECT DELIVERY METHODS

Infrastructure projects in Colombia are contracted by the State, so the government owns them. However, it does not design them, nor build them, and is rarely in charge of operating them. On the other hand, its main task is to select the contractor. Additionally, another main actor in the infrastructure projects in Colombia and which is also chosen by the contracting entity is the auditor. This is in charge of supervising and approving the work executed by the constructor.

Consequently, the government, not only because it owns the project, but also because of its nature as a regulatory body, is the one that defines the specifications, establishing the way the project should be done throughout its life cycle.

Therefore, the best way for new methods and technological systems to be accepted is that the owner and/or client demands them within the contract, abolishing the possibility of negotiation [18]. Thus, the government should be the leading promoter of the adoption of BIM, including it as an obligation for participation in the execution of public infrastructure projects, since this would be the most efficient way to stimulate BIM implementation [18].

In Colombia, the most common method of public procurement is known as Design - Bid - Build (Figure 2). This is a linear method of contracting in which the government entrusts a team to the design and subsequently, a tender is made to define the contractor that will build it [19]. Therefore, the team that designs the project is independent of the contractor who will build it [20]. Also, when the different contractors make their offers, the project is already wholly defined allowing them to estimate the costs [21]. This bidding process has as a criterion of selection, in most cases, the lowest bid [19]. This was the case for the Agencia Nacional de Infraestructura (National Agency of Infrastructure) in 2016, which used the lowest bid as the selection modality in 46% of its processes. Thus, the factor with the most significant weight in the public sector, when choosing a contractor, is the price that this offers.

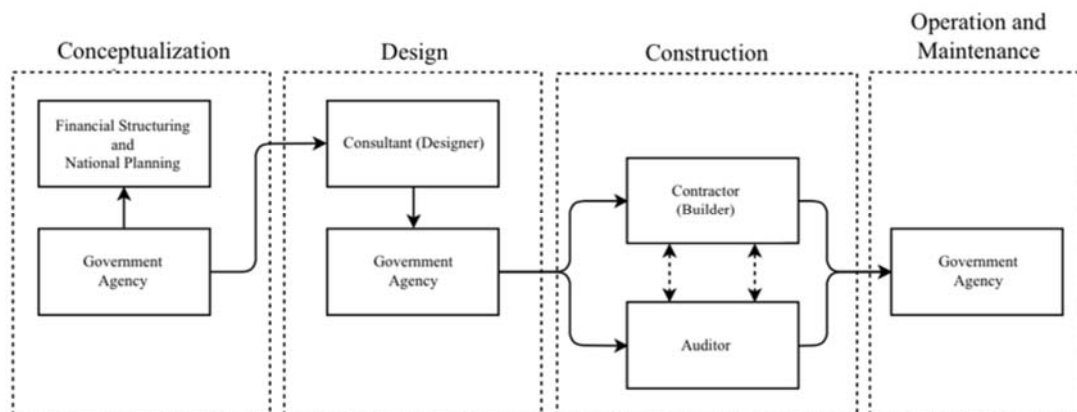


Figure 2: Design – Bid – Build project delivery method.

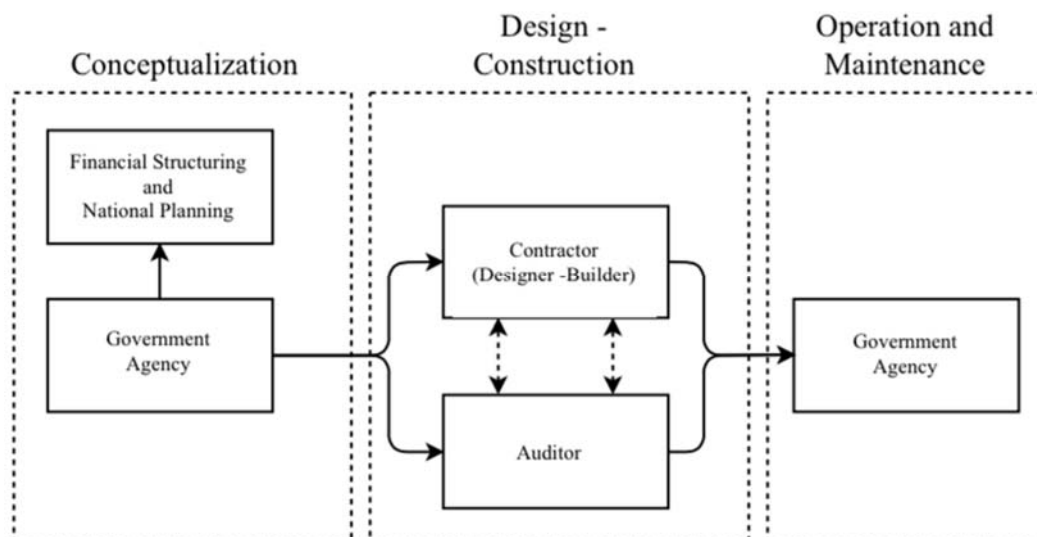


Figure 3: Design – Build project delivery method.

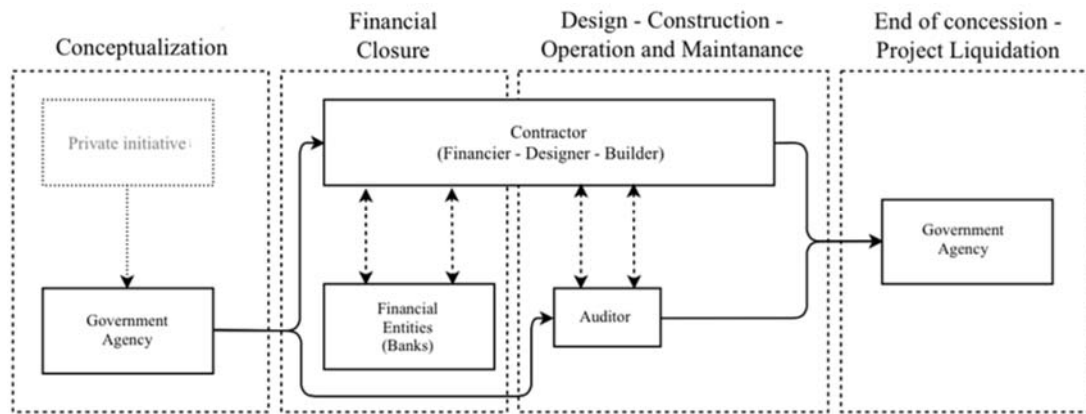


Figure 4: Public-Private Partnerships project delivery method.

However, this criterion ignores other relevant aspects such as time and quality, so it does not guarantee the maximization of the value of the project [18]. Likewise, this selection criterion encourages bidders to submit proposals with low prices, and then seek to recover their losses through changes in conditions, as well as to generate additions to the initial contract, resulting in higher costs for the government [18].

Furthermore, there are other less used procurement methods such as Design-Build (Figure 3). In this case, the same contractor is responsible for the design and construction of the project [22]. The bidders make technical and economic proposals based on the requirements and parameters defined by the client [20].

Other project delivery methods are Design - Build - Operate or Design - Build - Finance – Operate [20] (Figure 4). These methods are used in the Public-Private Partnerships. In these cases, the same contractor is responsible for the design, construction, part of the financing and operation of the project. Hence, the contractor, also to being responsible for the entire project, it must also finance part of the project, and then recover its investment through its operation [23]. Additionally, these projects may be born of government initiatives or through private initiatives that must be approved by the responsible government agency.

Analyzing the procurement methods used in Colombia, it can be established that these do not contemplate the implementation of BIM. As a result, together with the development of BIM, innovative contracting methods must be used to facilitate can be compatible with the development of this methodology [20]. The implementation of BIM, by the public sector, must come up from the way of presenting and awarding contracts [15].

Project delivery methods must focus on promoting collaborative work among the parties involved in the project, seeking to align the interests of the stakeholders and thus, reduce waste and optimize efficiency throughout its life cycle [24]. It should maximize knowledge from the early stages of the project, through the integration of all the technical areas, which favors the use that can be given to BIM [25]. This is

made to minimize future uncertainty and reduce decision making during construction. The process of procurement of these methods consists on selecting the contractor taking into account its experience, ideas, and proposals for the project, based on the guidelines defined by the client and their economic offer.

Also, BIM generates effective planning, regarding project scope, budget, and schedule, as well as defining and communicating methodologies and project requirements. Consequently, implementing BIM from the procurement process increases the value that this can generate for the project and its stakeholders.

#### 4.2. ROLE OF THE PUBLIC SECTOR IN THE IMPLEMENTATION OF BIM

The most critical factor to ensure the successful implementation of BIM is government leadership and coordination, seeking to maximize efficiency and avoid problems generated by fragmented and disjointed approaches [15]. Moreover, it can be established that the government's mandate is one of the most efficient ways to encourage the use of BIM. The public-sector acts as a catalyst in the transition of the industry towards the use of new technologies, because if the contractors do not adopt BIM, they will become obsolete, lose competitiveness and job opportunities [15].

The public sector has a wide field of action to contribute and to be benefited from the implementation of BIM, as well as a great effort to do to promote its successful use. Each role and/or decision adopted by the government will have a different effect on the efficiency, the way to stimulate the use of BIM and its acceptance by the industry. Based on the study conducted by Cheng & Lu (2015), the potential efforts and roles of governments to promote the use of BIM can be summarized as follows:

##### 4.2.1. PIONEER AND LEADER:

Any activity or decision directed by the public sector pushes the industry to adopt BIM. Therefore, the public sector must be a pioneer in generating programs and action plans, establishing policies and how BIM will be implemented in new

projects [10]. Likewise, roadmaps, programs, goals and/or promises must be developed, requiring the use of BIM in public contracts to encourage its use. Also, BIM working groups, programs and committees must be created, and the government must serve as leader seeking to support the implementation of BIM.

#### 4.2.2. REGULATOR

The government should serve as a regulatory agent developing guidelines, protocols, and standards that instruct and standardize the implementation, modus operandi and scope of BIM in projects, avoiding the problems generated by fragmented and disjointed approaches [15]. The public sector must provide a common understanding and a consistent approach to BIM to the entire industry.

Making these standards and guidelines must be accompanied by a contractual framework [14]. In other words, all BIM information must be part of the official documentation. Therefore, the use of BIM would become a mandatory requirement in all public projects, as required by each one. Therefore, the government would have the responsibility to generate quality BIM information to provide to those present in the procurement process, regardless of the project delivery method [14].

Open communication channels and protocols must be created, so that the information is transparent, understandable and unified for the different stakeholders. This will allow a clear workflow between the different actors and generate a common language among all [10].

The BIM standards developed by the public sector can be summarized as follows: project execution plans, modeling methodology, levels of detail (LoDs), presentation style of components and data organization, open and neutral formats for the exchange of information (IFC: Industry Foundation Class), BIM dictionaries, among others.

#### 4.2.3. EDUCATOR

The government must take the initiative to educate the entire sector involved. Education can be exercised through training methods, offering courses, conducting a process of accompaniment throughout the process of transition to BIM technologies and including BIM in professional education.

#### 4.2.4. FINANCER

One way to encourage the use of BIM is to provide financial support, through alliances with BIM software companies, or by giving privileges (e.g. tax benefits) to those organizations that use BIM

#### 4.2.5. DEMONSTRATOR

The government must be a leader in how to demonstrate the

advantages of BIM and the added value it provides. This role of "demonstrator" can be made through pilot projects which show the success stories, as well as the lessons learned. In the same way, the pilot projects demonstrate the commitment of the public sector to the implementation of BIM and, additionally, they can be used to evaluate and promote new BIM tools.

#### 3.2.6. INVESTIGATOR

The government should encourage and support innovation and research, regarding BIM. Research should be promoted by organizations, universities and also within the public sector itself, to go hand in hand with the rapid evolution of these technologies and, in this way, maintain a process of continuous improvement. The government should be at the forefront of international BIM issues, including regulations, standards, protocols, etc. Simultaneously, the progress made by the government should be compatible with the tools of the rest of the world.

## 5. BIM GOVERNMENTAL ROADMAP IN COLOMBIA

A point of inflection can be identified during the BIM implementation process from the moment the government decides to get involved and play an active role. This means that the leading role of the public sector produces a positive effect on the use of BIM, since it potentiates, speeds up and makes its implementation more efficient. Not to mention the economic, temporary and social benefits that the use of BIM can bring to the government and the country if it is used in public projects.

Consequently, the next step is to propose a BIM roadmap that the Colombian government should follow, with the objective of promoting BIM use in public and private projects. Additionally, the roadmap is intended to establish a framework for the development of collaborative environments and the execution of projects that use BIM. Moreover, the roadmap seeks to align all the actors and stakeholders of the industry that are involved in the transformation towards BIM. Finally, this is developed to propose a scope and a sequence of activities to follow with the purpose of guiding, encouraging and supporting the collective transition towards the implementation of BIM.

On the other hand, it is expected that this BIM governmental roadmap can be extrapolated and useful for countries with an economy, an idiosyncrasy and a level of use of BIM similar to the present in Colombia, as are different countries in Latin America.

The roadmap (Figure 5) was prepared based on the plans designed by different governments to promote and implement BIM, as well as on the actions carried out and the decisions taken by the different countries or government institutions. Within those countries, it outstands the road map of the United



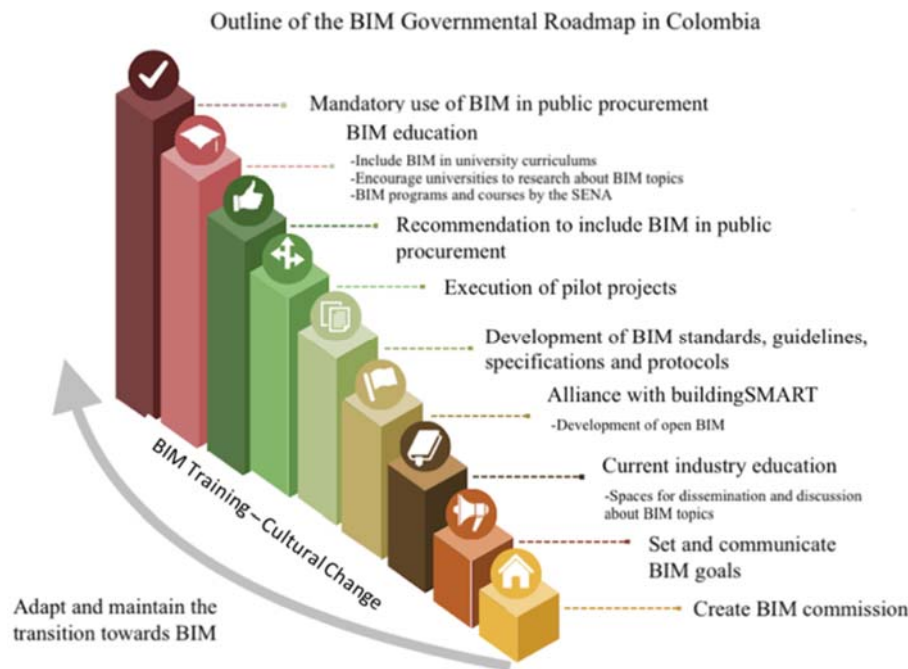


Figure 5: Outline of the BIM governmental roadmap in Colombia.

Kingdom, Canada, Spain, and Singapore. This roadmap is based on four pillars: BIM Commission, BIM Goals, Standards, guidelines, protocols, and BIM contracts and, finally, BIM Education. Below is the roadmap outline.

### 5.1. BIM COMMISSION

The first step for the public sector to begin to have a dominant role in BIM's field of action is to create a BIM commission supported by a government entity.

The purpose of the commission will be to lead and encourage the use of BIM. The BIM commission will be the entity with a mandate that manages and promotes all BIM development through collaborative work between the different actors of the public and private sector. This must be composed of a multidisciplinary group that has the participation of all the stakeholders of the industry.

The commission must determine the strategies to adopt to progressively increase BIM maturity levels in the industry. Simultaneously, it will have the role of educator seeking to train industry in BIM issues and generating a cultural change. Likewise, it will be responsible for the creation of guides, standards, protocols, specifications and BIM contracts, with the objective of regulating and standardizing the implementation of BIM. On the other hand, the commission must be informed and inform about the technology (software and hardware) required to satisfy the implementation of BIM. Additionally, it will be responsible for guaranteeing interoperability, the use of a BIM open source language and generating a collaborative work environment. Finally, it will be in charge of monitoring and being aware of the different actions related to BIM in the world, to learn from experiences from other countries and keep updated with the latest BIM trends.

### 5.2. BIM GOALS

Once the commission is formed, it must set goals and commitments against the levels of BIM implementation that it will seek to achieve in a certain period.

These goals can be set as national targets, as was the case in the United Kingdom when the goal was established in 2011, stating that all public projects should have BIM implementation level 2 for 2016. Or, goals can be arranged at an institutional level as the USA did, in which each government body defined its BIM strategies and goals, as was the case of the General Service Administration [10], the US. Army Corps of Engineers or the National Institute of Building Sciences [16].

The importance of setting goals and commitments falls on the fact that these objectives generate demand for BIM and therefore, its implementation is streamlined. Consequently, at the moment when the public sector sets goals regarding future requirements to be able to contract with the state, the industry reacts immediately seeking to evolve and migrate towards the use of new technologies.

Additionally, the goals manage to impact all the sectors involved in the architecture, engineering and construction industry. Therefore, all stakeholders must be actively committed to the transition to BIM. This allows the interests of the entire industry to be aligned and consequently, the change towards BIM is potentiated and maintained.

### 5.3. BIM STANDARDS, GUIDELINES, PROTOCOLS AND CONTRACTS

The BIM commission must support all sectors of the industry to make the transition to BIM. Said help must be based on the elaboration of BIM standards, guidelines, specifications and protocols. These should be prepared according to the sector

of the industry to which it is addressed and the objective it pursues to satisfy. Moreover, all the tools, processes or documents generated must be consistent with each other, just as they must be updated and maintained over time. In this way, the commission homogenizes the way BIM should be implemented and generates recommendations on best practices.

Furthermore, the commission must generate BIM contracts. Hence, contracts and specifications should be developed to include in them BIM clauses, where the use of BIM is obligatory or not, as well as the scope and objectives that BIM has in the project. Given that the migration towards BIM must be progressive, initially, the contracts should suggest and encourage the use of BIM and subsequently, make its use mandatory.

On the other hand, the BIM commission must generate an alliance with buildingSMART and create a Colombian chapter, to receive the support, knowledge, and experience of this association, as well as its members. This would allow a better development of standards, guides, and protocols adjusted to international guidelines and open BIM, generating a transparent exchange of information.

The purpose of this association is to generate improvements in the life cycle of civil engineering projects, reduce costs and times, increase quality and maximize the value generated through the implementation of BIM. For this, buildingSMART seeks to integrate all phases of the project life cycle through open BIM. That is, create open and compatible channels to share information between different software, generate open standards for information exchange and develop BIM guidelines, protocols, certifications and specifications that are international, open and neutral. This makes it possible to have a collaborative, transparent and unified workflow.

#### 5.4. BIM EDUCATION

Simultaneously, the BIM commission, together with the support of the national government, should be the leaders in training the industry on BIM issues and generate a cultural change. Consequently, short and long-term strategies must be proposed to incorporate BIM in the academy, as well as in the organizations and professionals that currently make up the architecture, engineering and construction industry.

First and as a short-term strategy, the BIM commission must support the training of the leading players in the Colombian industry today. For this, the commission must supply the deficiency of education offered on BIM. Training spaces should be created on software, methodologies and collaborative processes that support the adoption of BIM. As well as areas to discuss BIM issues, present the procedures required to make the transition towards BIM and its possible impacts, expose and publish success stories of the implementation of BIM in pilot projects, present best practices and emphasize the benefits that bring the implementation of BIM. All this, to

generate a cultural change that convinces the different actors about the need to migrate towards the use of BIM.

Also, for the long term, it must be sought to generate a profound cultural change. Therefore, universities should be encouraged to include BIM subjects in the curriculum of careers related to construction, civil engineering, and architecture. Similarly, the different faculties should be encouraged to carry out research on BIM. BIM education should not focus exclusively on the management of software that support its implementation, but should also taught about BIM's methodologies and collaborative processes. Furthermore, industry training should be supported by the SENA, which is a public institution that offers free technical, technological and complementary programs. Consequently, the SENA should include BIM training programs and courses for the management of different software, as well as the teaching of BIM methodologies and processes.

It is important to emphasize the constant effort that the commission must maintain to educate and lead the industry to a change of thought, where they recognize the benefits and the need to use BIM. Consequently, the commission must continually generate spaces to teach and communicate BIM's cutting-edge topics, projects where it has been implemented, lessons learned, transition processes towards BIM and other aspects to be addressed.

## 6. CONCLUSIONS

The implementation of Building Information Modeling and its use is becoming much more popular and shared throughout the world. BIM is being recognized as a technological tool, as a set of collaborative and interdisciplinary processes and as a management methodology, which allows the project to maximize its value throughout its lifecycle. The architecture, engineering and construction industry is migrating worldwide towards the use of BIM because it recognizes the benefits of this, both in building projects and in infrastructure projects.

On the other hand, in Colombia, the implementation of BIM is in its early stages of maturity since its use is only of private companies, as an independent initiative. Additionally, in the vast majority of cases, the use of BIM is presented in building projects. While, in the field of infrastructure projects, BIM is virtually unknown. Therefore, this paper establishes the need to implement BIM in infrastructure projects in Colombia. This is proposed in response to the regrettable state of the Colombian infrastructure, which does not contribute positively to the country's economic growth. In addition, BIM is presented as a new and better way to design, contract, build, operate and maintain infrastructure projects.

Additionally, this paper demonstrates the need for the participation of the public sector to achieve the use of BIM in infrastructure projects. This can be affirmed since the public sector is the owner and contractor of these projects, which

allows him to recommend its use or to make the implementation of BIM mandatory in his projects. Similarly, the experiences of the leading countries in BIM such as the US, the United Kingdom, and others, show that an active and leading role of the public-sector speeds up and potentiates the implementation of BIM by the industry, maximizing the value that it can produce for both, the public and private sectors. Consequently, the public sector can adopt different positions to speed up, unify, optimize, favor and/or encourage the use of BIM and generate the transition of the industry towards its implementation. These roles can be defined as pioneer and leader, regulator, educator, financier, demonstrator or researcher.

Accordingly, a BIM roadmap for the Colombian public sector is proposed, to define the direction the government should take to stimulate the implementation of BIM in the country. This roadmap focuses on the need to create a multidisciplinary and integrated work among the different actors in the architecture, engineering and construction industry, both in the private sector and in the public sector. Similarly, the emphasis is placed on the importance of generating a cultural change through BIM education, seeking to teach the benefits of it and eliminating the abstaining from change. All this with the purpose to provoke and maintain the transition to BIM, allowing to maximize the benefits that can be obtained from its implementation.

In summary, it can be concluded that the Colombian infrastructure claims for profound improvements. These improvements should not only seek to obtain better financial results but should also aim to create quality infrastructure, promoting collaborative and transparent processes. BIM not only manages to reduce costs, optimize execution times and guarantee quality, but it also causes a change of thinking and a cultural reform, since its most valuable tool is the way it demands to manage people. BIM aligns the interests of all those involved in the project, towards the absolute maximization of the value created by it. Therefore, to optimize, stimulate, favor and get the most out of BIM, its implementation must be headed and regulated by the public sector. Hence, the value of the contributions of this paper, regarding the knowledge of BIM implementation, lies on the demonstration made of the need of an active and leading role of government to successfully spread the use of BIM in the industry. Also, the proposed BIM government roadmap for Colombia provides the first field of work and a starting point to develop strategies and programs to implement BIM on a large scale in Colombian infrastructure projects or countries with similar conditions.

## 7. REFERENCES

- [1] C. Kaliba, M. Mundial y K. Mumba, «Cost escalation and schedule delays in road construction projects in Zambia.» *International Journal of Project Management*, vol. 27, nº 5, pp. 522-531, 2009.
- [2] L. Gomez, J. Herrera y M. Henao, «La infraestructura en Colombia.» *Institución Universitaria Tecnológico de Antioquia, Medellín*, 2017.
- [3] DANE, «Boletín técnico. Indicadores económicos alrededor de la construcción - IEAC II trimestre 2017.» Bogotá D.C., 2017.
- [4] World Economic Forum, «The Global Competitiveness Report 2017-2018.» 26 Septiembre 2017. [Online]. Available: <http://reports.weforum.org/global-competitiveness-index-2017-2>. [Accessed Octubre 2017].
- [5] M. Cárdenas, A. Gaviria y M. Meléndez, «La Infraestructura de transporte en Colombia.» *Camara colombiana de la infraestructura, Bogotá*, 2005.
- [6] S. Azhar, «Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry.» *Leadership and Management in Engineering*, pp. 241-252, 2011.
- [7] B. Succar, «Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders.» *Automation in Construction*, vol. 18, pp. 357-375, 2009.
- [8] L. F. Botero, J. A. Isaza y A. Hernandez, «Estado de la práctica del BIM - Colombia 2015.» *Sibragec Elagec 2015*, pp. 494-502, 2015.
- [9] R. Deutsch, «B.I.M. and Integrated Design: Strategies for Architectural Practice.» John Wiley & Sons, Inc, New Jersey, 2011.
- [10] A. K. Wong, F. K. Wong y A. Nadeem, «Government roles in implementing building information modelling systems: Comparison between Hong Kong and the United States.» *Construction innovation*, vol. 11, nº 1, pp. 61-76, 2011.
- [11] B. Fanning, C. M. Clevenger, M. E. Ozbek y H. Mahmoud, «Implementing BIM on Infrastructure: Comparison of Two Bridge Construction Projects.» *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, vol. 20, nº 4, pp. 1-7, 2015.
- [12] A. K. D. Wong, F. K. W. Wong y A. Nadeem, «Comparative roles of mayor stakeholders for the implementation of BIM in various countries.» *Proceedings of the International Conference on Changing Roles: New Roles, New Challenges*, pp. 5-9, October 2009.
- [13] J. Cheng y Q. Lu, «A review of the efforts and roles of the public sector for BIM adoption worldwide.» *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, vol. 20, nº 27, pp. 442-478., 2015.
- [14] V. Domínguez, «Estudio sobre la implementación de la tecnología BIM en las contrataciones de obra pública.» Sevilla, 2015.
- [15] P. Smith, «BIM implementation—global strategies.» *Procedia Engineering*, vol. 85, pp. 482-492, 2014.
- [16] R. Edirisinghe y K. London, «Comparative Analysis of International and National Level BIM Standardization Efforts and BIM adoption.» *Proceedings of the 32nd CIB W78 Conference*, 2015.
- [17] A. Mojica y D. F. Valencia, «Implementación de las metodologías BIM como herramienta para la planificación y control del proceso constructivo de una edificación en Bogotá.» Bogotá, 2012.
- [18] A. Porwal y K. N. Hewage, «Building Information Modeling (BIM) partnering framework for public construction projects.» *Automation in Construction* 31, pp. 204-214, 2013.
- [19] D. R. Hale, P. P. Shrestha, G. E. Gibson y G. C. Migliaccio, «Empirical Comparison of Design/Build and Design/Bid/Build Project Delivery Methods.» *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 135, nº 7, pp. 579-587, July 2009.
- [20] C. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks y K. Liston, *BIM Handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designer, engineers, and contractors.*, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2008.
- [21] M. Hollowell y T. M. Toole, «Contemporary Design-Bid-Build Model.» *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 135, nº 6, pp. 540-549, June 2009.
- [22] E. Palaneeswaram y M. M. Kumaraswamy, «Contractor Selection for Design/Build

Projects,» *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 126, n° 5, pp. 331-339, September 2000.

[23] S. M. Levy, «Chapter 1 - The Public-Private Partnership Movement,» de *Public-Private Partnerships: Case Studies on Infrastructure Development*, ASCE Press, 2011, pp. 1-2.

[24] O. Matthews y G. A. Howell, «Integrated Project Delivery An Example Of Relational Contracting,» *Lean Construction Journal*, vol. 2, n° 1, pp. 46-61, April 2005.

[25] D. C. Kent y B. Becerik-Gerber, «Understanding Construction Industry Experience and Attitudes toward Integrated Project Delivery,» *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 136, n° 8, pp. 815-825, August 2010.

[26] J. A. Vallejo, L. A. Gutierrez, E. Pellicer y J. L. Ponz, «Behavior in terms of delays and cost overruns of the construction of the public infrastructure in Colombia,» *SIBRAGEC ELAGEC 2015*, October 2015.

[27] A. Marx y M. König, «Preparation of Constraints for Construction Simulation,» *PROCEEDINGS*, pp. 462-469, 2011.

---

### WHAT DO YOU THINK?

To discuss this paper, please submit up to 500 words to the editor at [bm.edificacion@upm.es](mailto:bm.edificacion@upm.es). Your contribution will be forwarded to the author(s) for a reply and, if considered appropriate by the editorial panel, will be published as a discussion in a future issue of the journal.

## INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

**B**uilding & Management is an open access scientific e-journal promoted by the School of Building Engineering (ETSEM) of the Universidad Politécnica de Madrid (UPM) and published every four months, three times a year, March, July and November. It aims at the dissemination of high quality original works related to the management of processes associated to buildings, in any phase of their development, where various agents in the sectors of architecture, engineering and construction participate.

### 1. JOURNAL AIMS AND SCOPE

Topics of interest include all the theoretical, methodological and/or practical advances, in building management --one or several processes-- within any life phase of the building. These could be developed at the academic or professional level.

This magazine is addressed to all the interveners of the building sector. For its better diffusion title, abstract, highlights and keywords of the articles will be published in English and Spanish, and the body is allowed in both languages. English is preferred.

The content will consist primarily of original research manuscripts. However B&M is also open to the publication, always within the scope of the magazine, of: review articles, technical reports, best practices, conference papers, fast-track communications, letters to the editor, states of the art and book reviews. Academic-scientific content must prevail in all occasions.

### 2.2 BLINDED PEER-REVIEW PROCESS

The Editorial Board of the magazine, after verification that the article complies with the rules on style and content indicated in the guidelines for authors, sent the text, as double-blind model, to two anonymous external expert reviewers within the specific field, for its evaluation, or to a third if necessary.

Authors will be informed about the initial acceptance or rejection within a month. The evaluation will focus in the interest of the article, its contribution to knowledge of the subject treated, the contributed novelty, the established relationships, critical judgment, developed content, structure, use of bibliographic and references that are handled properly, wording, etc. Indicating recommendations for its possible improvement.

Based on the recommendations of the reviewers, the Editorial Board will inform authors the reasoned result of reports by email, at the address they have used to send the article. The revision process lasts approximately three or four months, without any cost for authors. The Editorial Board will communicate the result to the principal author of the review (published unchanged, with minor corrections publication, publication with important fixes, not suitable for publication).

**B**uilding & Management es una publicación de gestión en Edificación de la Escuela Técnica Superior de Edificación (ETSEM) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Se trata de una revista digital científica abierta con periodicidad cuatrimestral (marzo, julio, noviembre), que tiene como primer objetivo la divulgación de trabajos originales sobre gestión de los procesos vinculados a la edificación, desarrollados por los sectores de la Arquitectura, Ingeniería y construcción en cualquiera de las fases del ciclo de vida del edificio.

### 1. TEMÁTICA Y ALCANCE DE LA REVISTA

Los temas de interés incluyen todos los avances teóricos, metodológicos y/o empíricos, a nivel académico o profesional, en la gestión de uno o varios procesos dentro de cualquiera de las fases de vida del edificio.

Esta revista va dirigida a todos los agentes del sector de la edificación. Para su mayor difusión el título, resumen, titulares y las palabras clave de los artículos se publican en inglés y en español y el cuerpo del artículo se admite en ambos idiomas dando preferencia al inglés.

El contenido estará formado fundamentalmente por artículos científico-técnicos originales, no obstante, de igual forma y siempre dentro del ámbito de alcance de la revista, B&M también está abierta a la publicación de: artículos de revisión, informes técnicos, buenas prácticas, comunicaciones en congresos, comunicaciones cortas, cartas al editor, estados del arte y reseñas de libros. En todos los casos deberá primar el contenido científico académico, ajustándose al formato de este tipo de publicaciones.

### 2.2 REVISIÓN POR PARES DOBLE CIEGO

Los trabajos presentados serán sometidos a una revisión inicial por parte del comité editorial. Los autores de los manuscritos enviados serán informados de la aceptación inicial para su revisión o del rechazo de su artículo en el plazo de un mes de la recepción del mismo.

Si sus contenidos son adecuados serán enviados para una revisión por pares realizada por expertos independientes y de reconocido prestigio, y por un tercero en caso necesario, ajustándose a los protocolos de publicaciones científicas seriadas. Los evaluadores serán seleccionados por el Comité de Redacción en función de su trayectoria investigadora.

Las revisiones por pares se realizarán por un test de doble ciego gestionado online. La valoración incidirá sobre el interés del artículo, su contribución al conocimiento del tema tratado, las novedades aportadas, las correctas relaciones establecidas, el juicio crítico desarrollado, la estructura del contenido, los referentes bibliográficos manejados, su correcta redacción, etc., indicando recomendaciones, si las hubiera, para su posible mejora.

If the manuscript has been accepted with modifications, authors should resubmit a new version of the article, following demands and suggestions of the external evaluators. If desired, the authors can also provide a letter, by email, to the Editorial Board in which they indicate the content of modifications of the article.

If desired, the authors can also provide a letter, by email, to the Editorial Board in which they indicate the content of modifications of the article.

Articles with significant corrections may be sent back to blind peer review to verify the validity of changes made by the author.

Considering the degree of compliance with changes requested, the Board shall decide whether or not the publication of the article. This decision shall be communicated to the author by the Editorial Board and in case of publication the manuscript will be dated as accepted.

### 3. SUBMITTING A MANUSCRIPT

#### 3.1. FORMAT

Building & Management is an open access publication. Articles will be published online in PDF format, and will be available for free to readers immediately after publication online, without any restriction, at the following electronic address: [http://polired.upm.es/index.php/building\\_management/](http://polired.upm.es/index.php/building_management/)

The Universidad Politécnica de Madrid reserves the right to distribute the complete numbers as an electronic book for its sale, either in PDF format, ePub or in any other electronic possible format, now or in the future, and / or paper format in print on demand. These alternative formats will have identical content and will be subject to the same copyright as the individual articles in the digital edition, and will be considered equivalent for all purposes.

#### 3.2. SUBMITTING PROCESS

All manuscripts will preferably be written in English or Spanish. Submitted manuscripts will undergo a reviewing process, starting with a linguistic review. Manuscripts with a poor quality in this regard will be returned without evaluation. The submission of a manuscript implies that all co-authors have approved and accepted the content of the submitted text, tables, graphic material and any other complementary material supplied. The corresponding author will be responsible for all the co-authors to correct information about the manuscript. All submissions must be accompanied by a signed letter stating the originality and unpublished nature of the content of the manuscript, and their assurance that it has not been simultaneously sent to another publication for its evaluation. The letter can be downloaded at <https://drive.upm.es/index.php/s/FeqbSU7DSswCIOI>

El consejo editorial decidirá si el manuscrito es aceptado o rechazado basándose en los informes y recomendaciones de los evaluadores externos. El proceso de evaluación tiene normalmente una duración aproximada de entre tres y cuatro meses y no tiene ningún coste para los autores. Todos los informes de evaluación se enviarán a los autores, manteniendo el anonimato (publicación sin cambios; publicación con correcciones menores; publicación con correcciones importantes; no aconsejable para su publicación). En el caso de la aceptación del artículo, los autores deberán considerar los comentarios realizados por los evaluadores y volver a enviar el trabajo con los cambios oportunos. El proceso de revisión se repite, manteniendo el anonimato. En caso que la segunda revisión de los evaluadores sea de nuevo favorable, será probable que el artículo se acepte para su publicación definitiva. Cuando ésta se produzca, al trabajo se le asignará una fecha de aceptación.

### 3. ENVÍO DE MANUSCRITOS

#### 3.1. FORMATO

Building & Management es una publicación en línea de libre acceso. Los artículos serán publicados en línea en formato PDF, y estarán disponibles de forma gratuita para los lectores inmediatamente después de su publicación en línea, sin ninguna restricción en la siguiente dirección electrónica: [http://polired.upm.es/index.php/building\\_management/](http://polired.upm.es/index.php/building_management/) La Universidad Politécnica de Madrid se reserva el derecho de distribuir para su venta los números completos como libro electrónico, ya sea en formato PDF, ePub o en cualquier otro formato electrónico posible en el presente o en el futuro, y/o en formato papel en impresión bajo demanda. Estos formatos alternativos tendrán un contenido idéntico y estarán sujetos a los mismos derechos de autor que los artículos individuales en la edición digital, y serán considerados equivalentes a todos los efectos.

#### 3.2. ENVÍO DE MANUSCRITOS PARA SU EVALUACIÓN Y APROBACIÓN

Los manuscritos estarán redactados preferentemente en Inglés o Español. Los manuscritos enviados serán revisados en primer lugar desde el punto de vista lingüístico. Los manuscritos con un nivel de calidad deficiente en este aspecto serán devueltos sin ser evaluados. El envío de un manuscrito implica que todos los coautores han aprobado y aceptado el contenido del texto remitido, las tablas, el material gráfico y cualquier otro material complementario suministrado. El autor designado como persona de contacto será responsable de que todos los coautores dispongan de información correcta sobre el manuscrito enviado. Todos los envíos deberán ir acompañados de una carta firmada indicando el carácter original e inédito del contenido del manuscrito, y que el mismo no ha sido enviado simultáneamente a otra publicación para su valoración. La carta se puede descargar en <https://drive.upm.es/index.php/s/FeqbSU7DSswCIOI>

### 3.3. MANUSCRIPT

To help authors to prepare the manuscripts a standard template can be downloaded at [http://polired.upm.es/public/journals/22/Author\\_template\\_B M.docx](http://polired.upm.es/public/journals/22/Author_template_B M.docx)

### 3.4. MANUSCRIPT DELIVER AND ACCEPTANCE

All proposed contents will be related to the objectives of the journal and will have to adhere to the rules contained in the following sections. Manuscripts will be sent to the following email address: [bm.edificacion@upm.es](mailto:bm.edificacion@upm.es). Papers will be written in Spanish or English. Manuscripts should be between 6000 and 8000 words in length, including abstract, key words, highlights, references, etc. Each table or figure will be consider equivalent to 200 words. And before we can accept a manuscript, B&M requires Open Researcher and Contributor ID (ORCID) information for every author on the paper.

### 3.5. MANUSCRIPT ADMISSION

All manuscripts received will be evaluated through a double-blind system. Suggestions will be sent to the authors to make the necessary modifications. Only original manuscripts that have not previously been published in other journals will be accepted.

### 3.6. TITLE

The title should be concise, informative, meaningful to the whole readership of the journal and will be written in English and Spanish. The name and surname of the author(s) and the company, university or research center, as well as the e-mail address, will be indicated below.

### 3.7. ABSTRACT

The articles will include a summary in English and Spanish (between 200 and 300 words) that clearly state the objectives, the approach and conclusions of the research.

### 3.8. KEYWORDS AND HIGHLIGHTS

Between 4 and 6 keywords in Spanish and English will be included, as well as 3 to 5 headlines (phrases that define the most important issues of the article, with no more than 85 characters each, spaces included).

### 3.9. PRODUCTION AND SUBMISSION

Writing clear, concise sentences. Proposals will be sent to the e-mail address [bm.edificacion@upm.es](mailto:bm.edificacion@upm.es) in electronic format. The text will be sent in a file in .doc format, including the images in the desired place. Articles will be accepted in English and Spanish. When the text is written in English, Sending either the title or the abstract in Spanish will not be necessary.

### 3.3. PREPARACIÓN DEL MANUSCRITO

Para ayudar a los autores en la preparación de sus manuscritos existe una plantilla que se puede [http://polired.upm.es/public/journals/22/Author\\_template\\_B M.docx](http://polired.upm.es/public/journals/22/Author_template_B M.docx)

### 3.4. ENVÍO Y ACEPTACIÓN

Los trabajos para publicar estarán relacionados con los objetivos de la revista y tendrán que ceñirse a las normas contenidas en los siguientes apartados, debiendo enviar los trabajos a la dirección de correo electrónico [bm.edificacion@upm.es](mailto:bm.edificacion@upm.es). Los trabajos se redactarán en español o en inglés, con una extensión entre 6000 y 8000 palabras, incluyendo resumen, palabras clave, titulares, referencias, etc., así como tablas y figuras con una equivalencia de 200 palabras por cada una. Todos los autores deben aportar su identificador digital ORCID.

### 3.5. ADMISIÓN DE ORIGINALES

Todos los originales recibidos serán evaluados mediante el sistema de doble ciego cuyas sugerencias se enviarán a los autores para que realicen las modificaciones pertinentes. Sólo se aceptarán trabajos originales que no hayan sido publicados anteriormente en otras revistas.

### 3.6. TÍTULO

El título de los trabajos será conciso e informativo y expresará su contenido, en inglés y en español. Seguidamente se indicará nombre y apellido del autor o autores, organismo o centro de trabajo y dirección de correo electrónico.

### 3.7. RESUMEN

Los artículos deberán ir acompañados de un resumen en inglés y en español (entre 200 y 300 palabras) que con toda claridad señale los objetivos, el planteamiento y conclusiones del trabajo.

### 3.8. PALABRAS CLAVE Y TITULARES

Se incluirán entre 4 y 6 palabras clave en inglés y en español, así como 3 a 5 titulares (frases que definen lo más importante del trabajo, con no más de 85 caracteres incluyendo espacios cada una).

### 3.9. REDACCIÓN DEL TEXTO Y PRESENTACIÓN

La redacción será clara y concisa. Los trabajos se enviarán a la dirección de correo electrónico [bm.edificacion@upm.es](mailto:bm.edificacion@upm.es) en formato electrónico. El texto se enviará en un archivo en formato Word, incluidas las imágenes en el lugar deseado. Los trabajos se admitirán en inglés y en español. Cuando el texto esté redactado en inglés, no será necesario mandar ni el título ni el resumen en español.

## 3.10. REFERENCES

References must be limited to those indispensable that are directly related to the article's content. Citations in the text and references will meet the IEEE standard format. There should be no less than 25 references and at least 30% of them from the last 4 years.

The DOI (Digital Object Identifier) should be incorporated into every reference for which it is available.

## ♦ Books

[1] A. Rezi and M. Allam, "Techniques in array processing by means of transformations," in *Control and Dynamic Systems*, Vol. 69, Multidimensional Systems, C. T. Leondes, Ed. San Diego: Academic Press, <http://dx.doi.org/>, 1995, pp. 133-180.

## ♦ Journal articles

[2] G. Liu, K. Y. Lee, and H. F. Jordan, "TDM and TWDM de Bruijn networks and sufflenets for optical communications," *IEEE Transactions on Computers*, vol. 46, pp. 695-701, <http://dx.doi.org/>, June 1997.

## ♦ Technical report

[3] K. E. Elliot and C. M. Greene, "A local adaptive protocol", Argonne National Laboratory, Argonne, France, Tech. Rep. 916-1010-BB, <http://dx.doi.org/>, 1997

## ♦ Master End Project or PhD thesis

[4] J.-C. Wu. "Rate-distortion analysis and digital transmission of nonstationary images". Ph.D. dissertation, Rutgers, the State University of New Jersey, Piscataway, NJ, USA, <http://dx.doi.org/>, 1998.

## ♦ Internet

[5] J. Jones. (1991, May 10). *Networks* (2nd ed.) [Online]. Available: <http://www.atm.com>. Last date reviewed.

## 3.11. TABLES, FIGURES AND GRÁPHICS

The number of tables and figures should be limited by sending only those that are really useful, clear and representative. They will be numbered correlatively according to the quotation in the text and each one will have its caption. They will be placed in the right place of the text.

Tables and figures should be designed in Word or Excel, so that they are visible when conforming to the format of 8.8 cm (width of 2 columns) presenting a good contrast so that they do not lose quality with the reduction. If necessary, once the article has been accepted, the journal may ask the corresponding author separately for tables and figures with better resolution. Sources must be included, when necessary, for tables, figures.

The resolution of pictures should not be less than 300 dpi (dots per inch). If the size of the final file is too large (more than 10 MB), then the manuscript should contain the figures with minimized resolution, and the original figures must be

## 3.10. REFERENCIAS

Las referencias deberán reducirse a las indispensables que tengan relación directa con el trabajo enviado. Las citas en el texto y las referencias consignadas seguirán el formato IEEE. Se propone un número de citas no inferior a 25, con el 30% de las mismas publicadas en los últimos cuatro años.

Siempre que la publicación citada disponga de DOI, será necesaria su incorporación en la referencia bibliográfica.

## ♦ Libros

[1] A. Rezi and M. Allam, "Techniques in array processing by means of transformations," in *Control and Dynamic Systems*, Vol. 69, Multidimensional Systems, C. T. Leondes, Ed. San Diego: Academic Press, <http://dx.doi.org/>, 1995, pp. 133-180.

## ♦ Artículos de revistas científicas

[2] G. Liu, K. Y. Lee, and H. F. Jordan, "TDM and TWDM de Bruijn networks and sufflenets for optical communications," *IEEE Transactions on Computers*, vol. 46, pp. 695-701, <http://dx.doi.org/>, June 1997.

## ♦ Informes técnicos

[3] K. E. Elliot and C. M. Greene, "A local adaptive protocol", Argonne National Laboratory, Argonne, France, Tech. Rep. 916-1010-BB, <http://dx.doi.org/>, 1997

## ♦ Trabajo fin de máster o tesis doctoral

[4] J.-C. Wu. "Rate-distortion analysis and digital transmission of nonstationary images". Ph.D. dissertation, Rutgers, the State University of New Jersey, Piscataway, NJ, USA, <http://dx.doi.org/>, 1998.

## ♦ Internet

[5] J. Jones. (1991, May 10). *Networks* (2nd ed.) [Online]. Available: <http://www.atm.com>. Last date reviewed.

## 3.11. TABLAS, FIGURAS Y GRÁFICOS

El número de tablas y figuras deberá limitarse en lo posible enviando sólo las que sean realmente útiles, claras y representativas. Estarán numeradas correlativamente según la cita en el texto y cada una tendrá su pie explicativo. Se colocarán en el lugar adecuado del texto.

Las tablas y figuras deben ser diseñadas en Word o Excel, de forma que sean visibles al ajustarse al formato de 8,8 cm (ancho de 2 columnas) presentando un buen contraste de forma que no pierdan calidad con la reducción. En caso de ser necesario, una vez aceptado el artículo, la revista podrá volver a solicitar tablas y figuras por separado y con mejor resolución. En las tablas, figuras e imágenes que no sean del autor se deberán citar las fuentes.

La resolución de las imágenes no será inferior a 300 puntos por pulgada. Si el tamaño del archivo final es demasiado grande (superando los 10 MB), si el artículo es aceptado, se enviará el manuscrito conteniendo en su posición las figuras



provided in separate files, if the article is accepted.

### 3.12. FORMULAS AND EQUATIONS

Formulas should be inserted and not embedded as an image in the Word document at all. They will be numbered in parentheses in correlative order, following the text citation order, done using the same notation.

### 3.13. LAYOUT

Authors will receive a layout PDF proof that should be reviewed within a maximum period of three days. Modifications of the original text will not be accepted during the proofreading.

### 3.14. CHECKLIST BEFORE SUBMITTING

As part of the submission process, authors are required to indicate that their submission complies with all of the following elements, and to accept that submissions that do not comply with these guidelines may be returned to the author.

1. The submission has not been previously published nor been reviewed simultaneously by another journal (Or an explanation has been provided in "Comments to the editor").
2. The file sent is in Word format.
3. The template available on the journal's website has been used and the rules set out have been followed.
4. The authorship declaration is being signed by the author and all the coauthors and attached with the manuscript file in the submitting e-mail to the Editor to [bm.edificacion@upm.es](mailto:bm.edificacion@upm.es)
5. The text meets the bibliographic and style requirements indicated in the template available on the journal's website.
6. Description of the last check that must be made before sending the article, in order to avoid the most common errors:
  - ◆ There is a list of the names of all the authors using superscript numeric identifiers to link an author with an address and institution where necessary.
  - ◆ It can be find the institution followed by the full postal addresses (including e-mail) of every author.
  - ◆ Title, abstract, highlights and Keywords are included in English and Spanish.
  - ◆ The main text has 6000 to 8000 words, including abstract, keywords, etc., and also figures and graphics with an equivalence of 200 words for each.
  - ◆ The abstract has 200 to 300 words.
  - ◆ It has 4 to 6 Keywords and It has been selected 3-5 highlights with the main information of the manuscript, each

con una resolución inferior y se aportarán las figuras con máxima resolución en archivos independientes.

### 3.12. FÓRMULAS Y/O EXPRESIONES MATEMÁTICAS

Deberán insertarse en el propio documento Word y en ningún caso incrustado como imagen. Se numerarán entre paréntesis por orden correlativo, siguiendo el orden de la citación en el texto, que utilizará las misma nomenclatura.

### 3.13. PRUEBAS

Se enviará a los autores la prueba de maquetación en PDF que deberá ser revisada en un plazo máximo de tres días. En la corrección de pruebas no se admitirán modificaciones del texto original.

### 3.14. LISTA DE COMPROBACIÓN DE PREPARACIÓN DE ENVÍOS

Como parte del proceso de envío, se les requiere a los autores que indiquen que su envío cumpla con todos los siguientes elementos, y que acepten que envíos que no cumplan con estas indicaciones pueden ser devueltos al autor.

1. El envío no ha sido publicado previamente ni está dentro del proceso de revisión de otra revista (o se ha proporcionado una explicación en "Comentarios al editor").
2. El fichero enviado está en formato Word.
3. Para la redacción del manuscrito se ha utilizado la plantilla disponible en la web de la revista y se han seguido las normas expuestas.
4. Se junta, junto al artículo, el formulario de declaración de autoría disponible en la página web de la revista debidamente relleno y firmado a la dirección de email [bm.edificacion@upm.es](mailto:bm.edificacion@upm.es)
5. El texto cumple con los requisitos bibliográficos y de estilo indicados en las Normas para autoras/es, que se pueden encontrar en Acerca de la revista.
6. Descripción de la última comprobación que debe realizarse antes de enviar el artículo, con el fin de evitar los errores más comunes:
  - ◆ Aparecen los autores con nombres y apellidos o declaración de autor institucional, utilizando el identificador numérico para cada autor.
  - ◆ Aparece la entidad a la que está adscrito el autor o los autores y sus datos de contacto (incluido e-mail).
  - ◆ Se ha expresado el título, el resumen, las palabras claves y los titulares, en español y en inglés.
  - ◆ El número de palabras es de entre 6000 y 8000 palabras, incluyendo resumen, palabras clave, etc., así como tablas y figuras con una equivalencia de 200 palabras por cada una.
  - ◆ La extensión del resumen se adecua a las normas de

- ◆ Tables, diagrams and figures are entered in a borderless text box, including inside the figure caption in the lower part the table foot and are placed and cited in the text in consecutive numerical order
- ◆ The list of references are made according to the reference requirements of the Journal, and at least the 30% of them are dated in the last four years.
- ◆ Authors' short biography with 50 to 75 words is included.
- ◆ The author has the permission to use the material with rights of another author, even if it is in the Web.

Any inquiry regarding the submission of the article can be resolved in the first instance on the website of the magazine. For other inquiries, the magazine contact email is available: [bm.edificacion@upm.es](mailto:bm.edificacion@upm.es)

#### 4. COPYRIGHT

The originals of Building & Management magazine are property of the Universidad Politécnica de Madrid, being necessary to cite the origin of any partial or total reproduction.

All the original articles published in Building & Management are subject to discussion and comments from our readers. Opinions should be sent to the journal's email address, within a period of three months, starting from the date of publication.

Authors retain the copyright of the papers and ensure B&M the right to have a Creative Commons license, Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0), that allow others to share the article within an author recognition and non commercial use.

Authors can also establish independently additional agreements for the not exclusive distribution of the article published versión in the e-journal (as, for example, to place it in an institutional repository or to publish it in a book).

Unless otherwise indicated, all contents of the electronic edition of Building & Management are distributed under a Creative Commons license and distribution.

#### 5. PRIVACY STATEMENT

The personal data provided to in this journal will be used exclusively for the purposes stated by Building & Management and will not be available for any other purpose or another person.



- ◆ El número de palabras clave son entre 4 y 6, y los highlights entre 3 y 5 con 85 caracteres incluidos espacios.
- ◆ Todas las tablas y figuras están insertadas en cuadros de texto, con su correspondiente leyenda, en la parte inferior de las mismas.
- ◆ Todas las referencias citadas en el texto, están referenciadas al final del artículo y viceversa. Y se nombran en orden de aparición.
- ◆ Todas las referencias están en el formato adecuado y el 30% de las mismas están fechadas en los últimos 4 años.
- ◆ Incluye el perfil académico y profesional del autor/es (entre 50 y 75 palabras)
- ◆ El autor dispone del permiso para usar el material con derechos de otro autor, incluso si está en la Web.

Cualquier consulta relativa a la presentación del artículo, puede resolverse en primera instancia en la página web de la revista. Para otras consultas, se dispone del correo de contacto de la revista: [bm.edificacion@upm.es](mailto:bm.edificacion@upm.es)

#### 4. NOTA DE COPYRIGHT

Los originales de la revista Building & Management, son propiedad de la Universidad Politécnica de Madrid, siendo necesario citar la procedencia de cualquier reproducción parcial o total.

Todos los artículos originales que se publican en Building & Management quedan sometidos a discusión y al comentario de nuestros lectores. Las opiniones deben enviarse a la dirección de correo electrónico de la revista, dentro del plazo de tres meses, contados a partir de la fecha de su publicación.

Los autores conservan los derechos de autor y garantizan a la revista el derecho de una licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0), que permite a otros compartir el trabajo con un reconocimiento de la autoría y uso no comercial.

Los autores pueden establecer por separado acuerdos adicionales para la distribución no exclusiva de la versión de la obra publicada en la revista (por ejemplo, situarlo en un repositorio institucional o publicarlo en un libro).

Salvo indicación contraria, todos los contenidos de la edición electrónica Building & Management se distribuyen bajo una licencia de uso y distribución Creative Commons.

#### 5. DECLARACIÓN DE PRIVACIDAD

Los nombres y direcciones de correo-e introducidos en esta revista se usarán exclusivamente para los fines declarados por esta revista y no estarán disponibles para ningún otro propósito u otra persona.

**TOPICS COVERED BY B&M**

Case studies  
 Due diligence  
 Licence management  
 Risk assessment management  
 Documentation procurement  
 Communication and information management: ICT, Big data, Construction 4.0  
 Management of bill of quantities, estimation, analysis and costs control  
 Project monitoring  
 Deadline management  
 Economic, financial, equipment and human and material resources management  
 Technical planning management  
 Management of strategic planning  
 Design management  
 Management and control of changes and coordination of activities  
 Management of production planning and programming  
 Contracts and construction management  
 Advanced techniques of construction management  
 Process management in building, control and process improvement techniques  
 Management of occupational risk prevention and health & safety  
 Regulatory management and quality control  
 Environmental management  
 Management of waste and polluted soils  
 Water management  
 Materials management  
 Energy management  
 Other resources management  
 Building heritage management  
 Management of conservation, maintenance and exploitation  
 Facilities management  
 Building Management systems  
 Sensoring, monitoring and control  
 Audit of management systems  
 Energy Audit  
 Assessment of environmental impact plans, programs and projects  
 Energy and environmental certification  
 Implementation of environmental management systems  
 Management of hygrothermal comfort  
 Management of acoustic comfort  
 Indoor air quality management  
 Accessibility Management  
 Diagnosis and methodology  
 Intervention criteria  
 Reuse  
 Territory management  
 Urban planning  
 Management of environmental resources  
 Air quality  
 Training for management  
 Research in construction  
 Integrated project management  
 Real estate assessments  
 Judicial appraisal  
 Management of social matters

**LÍNEAS DE PUBLICACIÓN DE B&M**

Casos de estudio  
 Due diligence  
 Gestión de las licencias  
 Gestión del análisis de riesgos  
 Gestión de la documentación  
 Gestión de la comunicación y de la información: TIC, Big data, Construcción 4.0  
 Gestión de las mediciones, estimación, análisis y control de los costes  
 Monitorización de proyectos  
 Gestión de plazos  
 Gestión económica, financiera, de equipos y de los recursos humanos y materiales  
 Gestión de la planificación técnica  
 Gestión de la planificación estratégica  
 Gestión del diseño  
 Gestión y control de cambios y coordinación de las actividades  
 Gestión de la planificación de la producción y programación  
 Gestión de la contratación y de las obras  
 Técnicas avanzadas de gestión de la construcción  
 Gestión del proceso en edificación, técnicas de control y mejora de procesos  
 Gestión de la prevención de riesgos laborales y seguridad e higiene  
 Gestión de normativa y control de la calidad  
 Gestión medioambiental  
 Gestión de residuos y de suelos contaminados  
 Gestión del agua  
 Gestión de los materiales  
 Gestión de la energía  
 Gestión de otros recursos  
 Gestión del patrimonio edificado  
 Gestión de la conservación, el mantenimiento y explotación  
 Gestión de las instalaciones  
 Los sistemas de gestión en el edificio  
 Sensorización, monitorización y control  
 Auditoría de sistemas de gestión  
 Auditoría energética  
 Evaluación del impacto ambiental de planes, programas y proyectos  
 Certificación energética y medioambiental  
 Implantación de sistemas de gestión ambiental  
 Gestión del confort higrotérmico  
 Gestión del confort acústico  
 Gestión de la calidad del aire interior  
 Gestión de la accesibilidad  
 Diagnóstico y metodología  
 Criterios de intervención  
 Reutilización  
 Gestión del territorio  
 Planificación urbanística  
 Gestión de recursos del entorno  
 Calidad del aire  
 Formación para la gestión  
 Investigación en edificación  
 La gestión integrada de proyectos  
 Valoraciones inmobiliarias  
 Pericia judicial  
 Gestión de los aspectos sociales

