

BUILDING & MANAGEMENT

E-JOURNAL. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE EDIFICACIÓN. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

September
December
2020



GESTION EN EDIFICACION

B&M
BUILDING & MANAGEMENT

BUILDING & MANAGEMENT
SEPTEMBER - DECEMBER 2020
ISSN 2530-8157



BUILDING & MANAGEMENT

VOLUME 4 ISSUE 3

BUILDING & MANAGEMENT

SCIENTIFIC e-JOURNAL

VOLUME 4 ISSUE 3

SEPTEMBER - DECEMBER 2020



Escuela Técnica Superior de Edificación
Universidad Politécnica de Madrid

ISSN: 2530-8157

ESCUELA TÉCNICA 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

Residential building. Australis Tower
Calle Dulce Chacón 49-51. Madrid

Property development
Grupo Ibossa

Construction Builder
Sacyr

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

Grupo SGS, Madrid, Spain

ARUP, Spain

CIEMAT, Spain

Universidad Costa Rica, Costa Rica

Consejo Arquitectos/ Comisión Europea

Dublin Institute of Technology, Ireland

Universidad de Burgos, Spain

Universidad Central de Chile, Santiago, Chile

Bialystok University of Technology, Poland

Conspace. Vía Célere, Spain

Universidad Politécnica de Madrid, Spain

UNE. Asociación Española de Normalización, Spain

Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja

Universidad de Granada, Spain

Universidad Católica de Murcia, Spain

Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia

Universidad de Sevilla, Spain

Property Tectonics/Salford University, Manchester, UK

Universidad Nebrija, Madrid, Spain

Universidad Católica de Murcia, Spain

Universidad Costa Rica, Costa Rica

Project Management Institute Madrid, Spain

Instituto Tecnológico de Galicia / BREAM, Spain

Universidad de Burgos, Spain

Universidad de Castilla la Mancha, Spain

Instituto Valenciano de Edificación/

Universidad Politécnica de Valencia, Spain

Acerta, Madrid, Spain

Universidad Politécnica de Madrid, Spain

Universidad de Castilla la Mancha, Spain

Universidad Politécnica de Madrid, Spain

Patricia del Solar Serrano

Ricardo Tondero Caballero

Nelia Valverde Gascuña

Amparo Verdú Vázquez

SUMMARY

EDITORIAL: ENERGY EFFICIENCY IN BUILDINGS: A PROBLEM OF SCALE

LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA EDIFICACIÓN: UN PROBLEMA DE ESCALA

Julián García Muñoz

4

ARTICLES

BRICK WALLS WITH PLASTER BOARD COATING: HIGH PERFORMANCE, INDUSTRIALIZED, ROBUST AND SUSTAINABLE WALLS

TABICERÍA DE LADRILLO CON REVESTIMIENTO DE PLACA DE YESO: PAREDES DE ALTAS PRESTACIONES, INDUSTRIALIZADAS, ROBUSTAS Y SOSTENIBLES

José Luis Valenciano Estévez, Ana Rivas Sangüesa & Elena Santiago Monedero

6

SAFETY CULTURE AND WORKERS' PERCEPTION OF OCCUPATIONAL HAZARD

CULTURA DE SEGURIDAD Y PERCEPCIÓN DE RIESGOS LABORALES POR PARTE DE LOS TRABAJADORES

Manuel Javier Martínez Carrillo, Antonio Espínola Jiménez & Nuria Mateo Lorente

14

GEOGRAPHICAL QUANTIFICATION OF THE GENERATION OF CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE (CDW) IN NEW CONSTRUCTION

CUANTIFICACIÓN GEOGRÁFICA DE GENERACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN DEMOLICIÓN (RCD) EN OBRA NUEVA

José Fernández Castillo, Helena Granados Menéndez, Juan López-Asiain Martínez & Alejandro payán de Tejada Alonso

22

CONTRIBUTION TO THE EFFECTIVE INTEGRATION OF PREVENTION ON CONSTRUCTION SITES

CONTRIBUCIÓN A LA EFECTIVA INTEGRACIÓN DE LA PREVENCIÓN EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

María Segarra Cañamares, Francisco José Forteza Oliver, Antonio Ros Serrano & María de las Nieves González García

29

DHW + PV: USE OF SELF-CONSUMPTION PHOTOVOLTAIC SURPLUSES TO GENERATE DOMESTIC HOT WATER

ACS + FV: APROVECHAMIENTO DE EXCEDENTES DE FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO PARA LA GENERACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA

Oliver Style, Bega Clavero & Vicens Fulcarà

36

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

41

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
SEPTEMBER - DECEMBER 2020

<http://dx.doi.org/10.20868/bma.2020.3.4673>

JULIÁN GARCÍA MUÑOZ

BUILDING & MANAGEMENT

LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA EDIFICACIÓN: UN PROBLEMA DE ESCALA

ENERGY EFFICIENCY IN BUILDINGS: A PROBLEM OF SCALE

Se estima que en los próximos sesenta años se construirán en el mundo unos 2.000 millones de viviendas. Es un ritmo vertiginoso, que puede ser equivalente, en los momentos de máximo crecimiento, a levantar cada mes una nueva ciudad del tamaño de Nueva York.

Gran parte de esta obra nueva no se construirá ni en Europa ni en América. Asia es el centro del impulso constructor actual. Unos 4600 millones de personas habitan el continente, más de el 60% de la población mundial. Sólo en China se construyen hoy unos 7 millones de viviendas anuales, a las que hay que sumar un creciente número de edificios de oficinas y construcciones industriales. La India es el otro gran foco de este crecimiento; las previsiones de nueva construcción para los próximos 20 años son aún mayores allí.

Mucha de esta obra nueva no sigue los estándares de eficiencia energética que impulsan los actuales protocolos sobre cambio climático. Las grandes promociones de vivienda de presupuesto medio o bajo que se construyen en la India, por ejemplo, garantizan estabilidad estructural y ofrecen un programa arquitectónico razonable, con ventilación y condiciones de higiene suficientes; pero raramente tienen en cuenta el comportamiento energético del edificio. Estos apenas se aíslan -allí donde pueda ser necesario- y casi nunca incorporan estrategias bioclimáticas, o de diseño pasivo.

No podemos permitirnos que el gran parque de edificios que viene, que será sustancialmente mayor que el actual, sea ineficiente. Los errores que se cometieron en la reconstrucción europea de posguerra no pueden repetirse; no a esta nueva

An estimated 2 billion homes will be built in the world in the next 60 years. It is a dizzying rate, that can be equivalent, at peak times, to building a new city the size of New York every month.

Much of this new construction will not take place in Europe or America. Asia is the center of the current construction momentum. Some 4.6 billion people inhabit the continent -that is more than 60% of the world's population. About 7 million homes are built annually today only in China, to which we must add a growing number of office and industrial buildings. India is the other major focus of this growth; new construction forecasts for the next 20 years are even higher there.

Much of this new work does not follow the energy efficiency standards that current climate change protocols demand. The large medium or low budget housing developments that are built in India, for example, guarantee structural stability and offer a reasonable architectural program, with sufficient ventilation and good hygiene conditions; but they rarely take into account the energy performance of the building. These are hardly isolated -where it may be necessary; of course it isn't always so- and almost never incorporate bioclimatic strategies, or passive design.

We cannot allow the great stock of buildings to come, which will be substantially larger than the current one, to be inefficient. The mistakes made in post-war European reconstruction cannot be repeated; not on this new scale. In Spain we are still unable to adapt our housing stock, most of it built between the

escala. En España seguimos sin ser capaces de adaptar el parque de vivienda que se construyó entre los años 50 y 90 del siglo pasado; si sucede algo similar con la construcción en Asia en las próximas décadas -o en África en las siguientes-, la energía que esos edificios demandarán agotará en poco tiempo nuestros recursos.

Es importante transmitir nuestra experiencia en relación con la eficiencia de las soluciones actuales, sí; pero también de la ineficiencia de las previas. Necesitamos estudios que pongan de manifiesto la escala del problema que supondría no adoptar ya las medidas que se vienen exigiendo desde el protocolo de Kioto. Y necesitamos que de esos estudios se sigan, sin tardanza, medidas concretas.

50s and 90s of the last century. If something similar happens with construction in Asia in the coming decades - or in Africa in the following ones - the energy that these buildings will demand will soon deplete our resources.

It is important to transmit our experience with the efficiency of current solutions; but it is even more so to communicate our problems with the inefficiency of the previous ones. We need studies that reveal the scale of the problem that would create not adopting the measures that have been required since the Kyoto protocol. And we need specific measures to be followed, without delay, following those studies.



Brick walls with plaster board coating: high performance, industrialized, robust and sustainable walls

Tabiquería de ladrillo con revestimiento de placa de yeso: paredes de altas prestaciones, industrializadas, robustas y sostenibles

JOSE LUIS VALENCIANO ESTÉVEZ

Hispalyt. jvalenciano@arquimia.eu

ELENA SANTIAGO MONEDERO

Hispalyt. elenasm@hispalyt.es

ANA RIBAS SANGÜESA

Hispalyt. anars@hispalyt.es

Hispalyt focuses its work into improving ceramic construction systems, in order to offer high-quality, precision-engineered, efficient and sustainable walling systems. Bringing forward industrialization of ceramic partitions with high acoustic performance, Hispalyt has developed SILENSIS-CERAPY solutions: brick walls with a plasterboard coating glued to the partition by using adhesive paste.

The combination of the brick structure and the plasterboard cladding, results into robust solutions with high acoustic performance. The system brings together the main advantages of ceramics (such as thermal inertia, fire resistance, robustness and security against robbery), with those of plasterboard, which leads to the improvement of the wall finishing and a fast track installation.

SILENSIS-CERAPY solutions are suitable to both new constructions and rehabilitation works, where an attempt should always be made to improve the acoustic conditions of the original building.

This article presents the tests and studies carried out for the characterization of SILENSIS-CERAPY solutions, as well as a summary of its technical performance, detail design and installation guidance.

Plaster board, brick, acoustics, industrialization

Hispalyt continúa con su labor de mejora de los sistemas constructivos cerámicos, con el fin de ofrecer al mercado soluciones de elevada calidad, eficientes, sostenibles y cada vez más tecnificadas. En este sentido, avanzando en la industrialización de la tabiquería cerámica de altas prestaciones acústicas, SILENSIS, ha desarrollado las soluciones CERAPY: paredes de ladrillo con revestimiento de placa de yeso adherida al tabique mediante pasta de agarre.

Al aunar en una solución SILENSIS-CERAPY la estructura de ladrillo y el revestimiento de la placa de yeso, se obtienen soluciones robustas, de altas prestaciones acústicas, que mantienen las características inherentes a los productos cerámicos, relativas a la inercia térmica, comportamiento frente al fuego, resistencia a cargas suspendidas y seguridad frente al intrusismo, al tiempo que se les suman las ventajas constructivas de la tabiquería seca de las placas de yeso, mejorándose los rendimientos en obra y los acabados finales en obra.

Las soluciones SILENSIS-CERAPY se pueden aplicar tanto a obra nueva, como a obras de rehabilitación arquitectónica, en las cuales, en la medida que sea posible, siempre se debe tratar de mejorar las condiciones acústicas del edificio original.

En este artículo se presentan los ensayos y estudios realizados para la caracterización de las soluciones SILENSIS-CERAPY, así como un resumen de sus prestaciones técnicas, disposiciones constructivas y proceso de ejecución.

Placa de yeso, ladrillo, acústica, Industrialización

1. INTRODUCCIÓN

El sistema SILENSIS-CERAPY es una evolución del sistema SILENSIS hacia una mayor industrialización de los sistemas de tabiquería cerámica, incorporando los revestimientos de placa de yeso a las soluciones SILENSIS.

El sistema constructivo SILENSIS engloba todas las soluciones de paredes ladrillo cerámico de alto aislamiento acústico que

cumplen las exigencias del Documento Básico de Protección frente al ruido (DB HR) del Código Técnico de la Edificación (CTE) [1]. Estas soluciones son aplicables tanto a obra nueva, como a obras de rehabilitación arquitectónica. Las paredes separadoras SILENSIS presentan un índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , que varía entre los 54 dBA y los 70 dBA, en función del tipo de solución, del tipo de ladrillo, de material absorbente y de banda elástica.

Hasta ahora, las soluciones SILENSIS se habían empleado de forma mayoritaria con revestimientos de yeso en polvo, consistentes en la aplicación manual o mediante proyección mecánica de un guarnecido y enlucido de yeso. El yeso colabora con la fábrica de ladrillo contribuyendo a unas buenas prestaciones técnicas de las paredes en cuanto a aislamiento térmico, regulación higrotérmica, aislamiento y acondicionamiento acústico, durabilidad y protección frente al fuego. Sin embargo, tiene como inconveniente que conlleva una mayor humedad en la obra y que su acabado final depende del nivel de ejecución definido en el proyecto y de la mano de obra que lo aplique. En este sentido, el nivel de ejecución de un guarnecido debería estar siempre expresamente especificado en la definición de la unidad de obra del Proyecto de Ejecución, pudiendo ser maestreado, semimaestreado o a buena vista, según sean las referencias utilizadas para conseguir la planeidad del mismo.

La sustitución de los revestimientos de yeso en polvo por los revestimientos de placa de yeso, desarrollando las soluciones SILENSIS-CERAPY, responde a una iniciativa de los fabricantes de ladrillos cerámicos para revestir que tiene como objetivo desarrollar una tabiquería cerámica de elevadas prestaciones técnicas, prácticamente seca, más rápida y con mejores acabados.

En este artículo se presentarán los ensayos y estudios realizados para la caracterización de las soluciones SILENSIS-CERAPY, así como un resumen de sus prestaciones técnicas,

disposiciones constructivas y proceso de ejecución, ampliando la información recogida en otras publicaciones anteriores, como [2] y [3].

2. SISTEMA SILENSIS-CERAPY

2.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Las soluciones SILENSIS-CERAPY engloban a todas las soluciones de tabiques y paredes separadoras de ladrillo SILENSIS con terminación de placa de yeso adherida al tabique mediante pasta de agarre. Dentro de los revestimientos de placa de yeso estas soluciones consideran dos tipos de placa: placa de yeso laminado (PYL) y placa de yeso natural (PYN).

En función del formato de la pieza cerámica es más frecuente el empleo de un tipo u otro de placa de yeso. En las paredes con ladrillos de gran formato que se montan con pegamento escayola, debido a la perfecta planeidad que se consigue tras la ejecución de la fábrica, es más habitual emplear placas de yeso laminado, por sus mayores dimensiones y mayor disponibilidad en el mercado, aunque también podrían emplearse las placas de yeso natural. Sin embargo, en el caso de las paredes con ladrillos tradicionales, de formatos más pequeños y que se colocan con mortero de cemento, si bien se pueden emplear placas de yeso laminado, puede ser mejor opción el empleo de placas de yeso natural, ya que gracias a sus menores dimensiones se adaptan mejor a las posibles irregularidades del soporte. (Véase Figura 1).

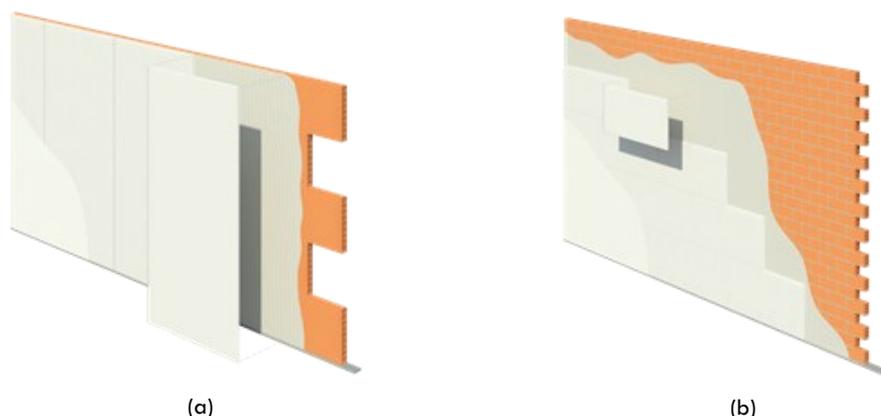


Fig. 1. Tabiques SILENSIS-CERAPY: (a) tabiquería de ladrillo hueco gran formato con revestimiento de placa de yeso laminado y (b) tabiquería de ladrillo hueco de pequeño formato con revestimiento de placa de yeso natural.

La placa de yeso laminado es un material conocido en el sector, por lo que en este artículo consideramos que no es necesario profundizar en sus características. Sin embargo, la placa de yeso natural es un producto más novedoso, que como tal, merece una breve descripción. Se trata de un producto inorgánico y ecológico formado por yeso natural, fibra de vidrio y aditivos técnicos. La placa de yeso natural mantiene las características de los revestimientos de yeso polvo en cuanto a su comportamiento térmico y acústico, reacción al fuego (A1), regulación higrotérmica, asepsia, elevada dureza y resistencia mecánica. Desde el punto de vista constructivo, estas pla-

cas destacan por ser ligeras y manejables, facilitando el reparto en obra del material y el trabajo del operario durante la instalación, así como por permitir el aprovechamiento de los recortes, minimizando el desperdicio de material, y por su tratamiento de juntas rápido y sencillo sin cintas de papel.

2.1.1. SOLUCIONES SILENSIS-CERAPY OBRA NUEVA

Las soluciones de separadoras SILENSIS-CERAPY para obra de nueva construcción son paredes de una, dos o tres hojas con bandas elásticas en la unión con otros elementos constructivos, en función de la solución de que se trate (Véase Figura

2). En base a sus prestaciones técnicas, todas las separadoras son válidas para ser empleadas entre viviendas o entre viviendas y zonas comunes. Las soluciones Tipo 2B y Tipo 1B, además de los usos anteriores, son válidas también como paredes separadoras entre viviendas y recintos de instalaciones

o de actividad.

Las soluciones de tabiques SILENSIS-CERAPY son paredes de una hoja con bandas elásticas en la base y/o en vertical (Véase Figura 2).

SOLUCIONES SILENSIS PARA CUMPLIR EL DB HR DEL CTE					
PAREDES SEPARADORAS SILENSIS				TABIQUES SILENSIS	
1 hoja	2 hojas		3 hojas		
Silensis Tipo 1A	Silensis Tipo 2A	Silensis Tipo 2B	Silensis Tipo 1B		
1 sola hoja pesada apoyada (sin bandas elásticas)	2 hojas ligeras con bandas elásticas perimetrales en ambas hojas y material absorbente en la cámara	1 hoja pesada apoyada con un trasdosado ligero con bandas elásticas perimetrales y material absorbente en la cámara	1 hoja pesada o ligera apoyada con un trasdosado ligero con bandas elásticas perimetrales y material absorbente en la cámara por cada lado	Tabique con banda elástica en la base	Tabique sin banda elástica en la base

Fig. 2: Paredes separadoras y tabiques SILENSIS-CERAPY para obra nueva.

Actualmente, dentro de SILENSIS-CERAPY, las soluciones de tabiquería cerámica con ladrillo hueco gran formato y revestimiento de placa de yeso laminado, se agrupan bajo la marca MURALIT (www.muralit.es). Entre otras razones, esta tabiquería destaca por: conseguir una mayor limpieza en la obra al ser un montaje más seco que se ejecuta con pegamento escayola, obtener un mejor rendimiento en obra y una perfecta planeidad gracias al tamaño de las piezas cerámicas, reducir los residuos de obra por la facilidad de corte y mayor aprovechamiento del material cerámico, e incorporar con facilidad las instalaciones a las fábricas, al requerir la realización de menos rozas.

2.1.2. SOLUCIONES SILENSIS-CERAPY PARA REHABILITACIÓN

Siempre que se lleve a cabo una rehabilitación, se debería mejorar el edificio original en lo que se refiere a su seguridad, habitabilidad y funcionalidad, de acuerdo con lo técnico y económicamente viable. Las soluciones SILENSIS-CERAPY para rehabilitación consisten en aplicar un trasdosado cerámico acústico con bandas elásticas perimetrales y material absorbente en la cámara, de acuerdo con la definición de trasdosado recogida en el DB HR del CTE, bien por una cara o por las dos caras de la pared separadora de partida, dependiendo de la reforma a realizar (Véase Figura 3).

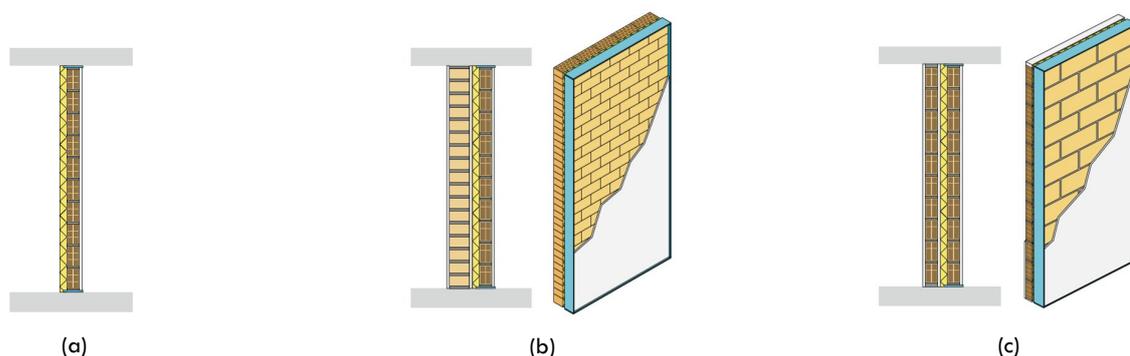


Fig. 3. Tradosado cerámico acústico SILENSIS-CERAPY aplicado sobre distintas paredes base: (a) trasdosado cerámico acústico, (b) aplicación de un trasdosado cerámico acústico sobre una fábrica de ladrillo perforado existente y (c) aplicación de un trasdosado cerámico acústico sobre una fábrica de ladrillo hueco existente.

2.2. VENTAJAS Y PRESTACIONES TÉCNICAS DE SILENSIS-CERAPY

Son numerosas las ventajas de las soluciones SILENSIS-CERAPY. Al aunarse en una única solución constructiva la estructura de ladrillo y el revestimiento de la placa de yeso, se obtienen soluciones robustas, de altas prestaciones acústicas, que mantienen las características inherentes a los productos

cerámicos, relativas a la inercia térmica, comportamiento frente al fuego, resistencia a cargas suspendidas y seguridad frente al intrusismo, al tiempo que se les suman las ventajas constructivas de la tabiquería seca de las placas de yeso, mejorándose los rendimientos en obra y los acabados finales en obra.

La ejecución de los revestimientos de placa de yeso, al ser revestimientos en seco, aceleran los acabados y en consecuencia los plazos de entrega de la obra.

Además, estas soluciones con soporte de ladrillo y acabado de placa de yeso, son más competitivas que los sistemas alternativos de placa de yeso con soporte de entramado autoportante, los cuales, en función del uso al que se destinen las soluciones, requieren del empleo de refuerzos para soportar cargas suspendidas pesadas y del uso de placas especiales (placas antihumedad, de mayor resistencia al fuego o de mayor resistencia mecánica, etc.) para garantizar determinadas prestaciones. En el caso de las soluciones SILENSIS-CERAPY, no es necesario el uso de placas especiales, puesto que el ladrillo proporciona la protección frente a incendios y la resistencia mecánica necesaria para soportar cargas y evitar el intrusismo. Este hecho no sólo simplifica la ejecución, sino que además supone un significativo abaratamiento de las soluciones, pudiendo resultar hasta un 20% más económicas que las soluciones de entramado autoportante.

En relación al comportamiento frente al fuego, de acuerdo con los resultados de los ensayos de resistencia al fuego en laboratorio de paredes con bandas elásticas realizados según la norma UNE EN 1364-1 "Ensayos de resistencia al fuego de elementos no portantes. Parte 1: paredes", todas las soluciones de paredes separadoras SILENSIS presentan una resistencia al fuego de El 240 min, garantizando el cumplimiento de las exigencias establecidas por el Documento Básico de Seguridad en caso de incendios (DB SI) del CTE para

separaciones entre viviendas y paredes compartimentadoras de sectores de incendios.

En determinadas zonas de paso de los edificios residenciales y terciarios, con gran afluencia de público y probabilidad de impactos y rozaduras, es fundamental disponer de paredes con una adecuada dureza y resistencia. Asimismo, de acuerdo con el estudio realizado por IPSOS-ASI [4], los usuarios demandan soluciones robustas que les garanticen su seguridad frente al intrusismo. En este sentido, las paredes SILENSIS presentan una gran resistencia mecánica que ha sido verificada mediante los ensayos de seguridad de uso realizados sobre una pared de LHGF7cm con un extremo libre y desvinculado en el resto del perímetro por bandas elásticas según la guía DITE 003 (EOTA) / Edición Diciembre 1998 para elementos de división interior usados como muros no portantes, a la categoría de cargas "a" y uso "III". En dicho ensayo se somete al tabique a impactos de cuerpo duro, impactos de cuerpo blando y cargas verticales excéntricas y se analizan los daños funcionales y estructurales que experimenta. Los ensayos realizados superaron satisfactoriamente todos los requisitos establecidos en la guía DITE, pudiendo garantizarse su seguridad de uso.

Respecto a las prestaciones acústicas, para caracterizar las soluciones SILENSIS se han realizado múltiples ensayos de aislamiento acústico en laboratorio, con distintos tipos de ladrillos, bandas elásticas y materiales absorbentes. En la Tabla 1 se presentan valores de los ensayos de referencia realizados por Hispalyt.

Soluciones para obra nueva		
Tipo de pared	Descripción	Índice global de reducción acústica ponderado A, R _A (dBA) ⁽¹⁾
Silensis Tipo 1A	ENL + BC24cm + ENL	51
	ENL + ENF+ BC24 cm + ENF + ENL	54
Silensis Tipo 2A	ENL + LH7cm BpEEPS + LM4cm + LH7cm BpEEPS + ENL	54 - 59
	ENL + LP11,5cm + LM 4cm + LH5cm BpEEPS + ENL	62
Silensis Tipo 2B	ENL + LP11,5cm + LM 4cm + LH7cm BpEEPS + ENL	61
	ENL + BC14cm + LM 4cm + LH5cm BpEEPS + ENL	63
Silensis Tipo 1B	ENL + LH5cm BpEEPS + LM 4 cm + LP11,5cm + LM 4cm + LH5cm BpEEPS + ENL	70
Tabiques interiores Silensis	ENL + LH7cm + ENL con rozas	34 - 35
Soluciones para rehabilitación		
Tipo de pared	Descripción	Mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR _A (dBA) ⁽²⁾
Trasdosados cerámicos acústicos Silensis	LM4cm + LH BpEEPS + ENL (Aplicado sobre fábrica de LP/LM/BC de m ≤ 200 kg/m ²) ⁽³⁾	16
	LM4cm + LH BpEEPS + ENL (Aplicado sobre fábrica de LP/LM/BC de m ≤ 50 kg/m ²) ⁽³⁾	23

BC: Bloque cerámico machihembrado; LP: Ladrillo perforado; LH: Ladrillo hueco (englobando las soluciones de pequeño formato y gran formato); LM: Lana mineral; ENL: Enlucido y guarnecido de yeso; ENF: Enfoscado de mortero de cemento; BpEEPS: Bandas elásticas perimetrales de EEPS.

⁽¹⁾ Valores de referencia establecidos en base a los resultados de ensayos de aislamiento acústico en laboratorio realizados según la norma UNE-EN ISO correspondiente, vigente en el momento de la realización de los ensayos (UNE-EN ISO 140-3 o UNE-EN ISO 10140-2, según el ensayo).

⁽²⁾ Valores de referencia establecidos en base a los resultados de ensayos de aislamiento acústico en laboratorio realizados según las normas UNE-EN ISO correspondiente, vigente en el momento de la realización de los ensayos (UNE-EN ISO 140-3 y UNE-EN ISO 140-16 o UNE-EN ISO 10140-2, según el ensayo).

⁽³⁾ La mejora del índice de reducción acústica que produce la aplicación de un trasdosado cerámico acústico depende de la masa superficial del elemento base sobre el cual se aplica, siendo dicha mejora menor cuanto mayor es la masa superficial del elemento base. En la tabla se indica el valor máximo de masa superficial que puede presentar el elemento base para el valor de mejora del índice de reducción acústica considerado.

Tabla 1: Ensayos en laboratorio de las paredes Silensis.

Dentro del proyecto de investigación de CERAPY, con el fin de caracterizar acústicamente los revestimientos de placa de yeso, se realizaron ensayos de aislamiento acústico en laboratorio de tabiques de ladrillo hueco gran formato, revestidos con placa de yeso laminado y placa de yeso natural, y fijadas empleando dos tipos de montajes: mediante un tendido continuo de material de agarre y mediante pelladas. Es importante resaltar que, si bien existen placas de yeso especiales para mejorar el comportamiento acústico de las soluciones, los ensayos se realizaron con las placas estándar de cada uno de los sistemas. (Véase Tabla 2).

Descripción de la muestra	Índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A (dBA) ⁽¹⁾
PYL15mm + LHGF7cm + PYL15mm Placas fijadas con pasta de agarre extendida en toda la superficie con llana dentada.	34,6
PYN15mm + LHGF7cm + PYN15mm Placas fijadas con pasta de agarre extendida en toda la superficie con llana dentada.	34,0
PYL15mm + LHGF7cm + PYL15mm Placas fijadas con pasta de agarre aplicada con pelladas.	34,0
PYN15mm + LHGF7cm + PYN15mm Placas fijadas con pasta de agarre aplicada con pelladas.	34,1

LHGF: Ladrillo hueco de gran formato; PYL: Placa de yeso laminado; PYN: Placa de yeso natural.

⁽¹⁾ Valores obtenidos mediante ensayo de aislamiento acústico en laboratorio según la norma UNE-EN ISO 10140-2.

Tabla 2: Ensayos de aislamiento acústico en laboratorio de tabiques SILENSIS-CERAPY.

Además de dichos resultados, posteriormente, bajo la marca MURALIT, los fabricantes de ladrillo hueco gran formato han realizado ensayos de aislamiento acústico en laboratorio de paredes separadoras Silensis Tipo 2A con revestimientos de placa de yeso laminado, obteniendo resultados de aislamiento acústico muy elevados. (Véase Tabla 3).

Descripción de la muestra	Índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A (dBA) ⁽¹⁾
PYL13mm + LHGFD7cm BpEEPS + LM 4,5 cm + LHGFT7cm BpEEPS + PYL13mm Placas fijadas con pasta de agarre extendida en toda la superficie con llana dentada.	61

LHGF: Ladrillo hueco de gran formato; LM: Lana mineral; PYL: Placa de yeso laminado; BpEEPS: Bandas elásticas perimetrales de EEPS.

⁽¹⁾ Valor obtenido mediante ensayo de aislamiento acústico en laboratorio según la norma UNE-EN ISO 10140-2.

Tabla 3: Ensayo de aislamiento acústico en laboratorio de una separadora SILENSIS-CERAPY.

Analizando los resultados de aislamiento acústico en laboratorio obtenidos con los tres tipos de revestimientos de yeso - yeso en polvo, placa de yeso laminado y placa de yeso natural - se puede concluir, que los valores de aislamiento acústico (R_A) de las soluciones SILENSIS revestidas con guarnecidos y enlucidos de yeso (ENL), son aplicables a las soluciones SILENSIS-CERAPY revestidas con placa de yeso (PYL o PYN) adheridas con llana dentada. Por tanto, la elección de un tipo u otro de revestimiento, en principio respondería a otros criterios técnicos o económicos.

Las soluciones SILENSIS-CERAPY, al igual que el resto de soluciones cerámicas, se enmarcan dentro de la construcción sostenible. Su empleo permite la construcción de edificios sostenibles, confortables y saludables, sin riesgo de radiaciones y de toxicidad. Los ladrillos para revestir, al igual que el resto de productos cerámicos, disponen de la Declaración Ambiental de Producto (DAP) a lo largo de todo su ciclo de vida, con el fin de demostrar de forma clara y rigurosa su excelente comportamiento medioambiental. Dicha DAP puede ser solicitada a los fabricantes.

2.3. DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS Y PUESTA EN OBRA

Hisपालyt ha desarrollado abundante documentación técnica (publicaciones, ponencias, folletos, vídeos, detalles constructivos, softwares, etc.) sobre el diseño y la ejecución de las paredes SILENSIS para facilitar la labor de proyectistas y constructores. Dicha información está disponible en www.hispalyt.es y www.silensis.es.

En este artículo únicamente se introduce muy brevemente la finalidad de la colocación de las bandas elásticas en las distintas soluciones constructivas, con el fin de ilustrar el funcionamiento acústico de las soluciones SILENSIS-CERAPY.

- ♦ Colocación de las bandas elásticas perimetrales en las hojas de ladrillo hueco de las paredes separadoras de doble o triple hoja.

Estas bandas elásticas sirven para interrumpir el puente acústico estructural que se forma en las paredes dobles o triples limitando su aislamiento acústico, debido a la unión rígida de las hojas de la pared a través de los elementos a los que acometen (Véase Figura 4). Su colocación mejora significativamente el aislamiento acústico de la separadora con respecto a la misma solución sin bandas elásticas, dependiendo de la solución de que se trate. Por ejemplo, de acuerdo con los ensayos de aislamiento acústico en laboratorio realizados por Hisपालyt, el R_A de una pared doble de ladrillo hueco gran formato de 7 cm sin bandas elásticas, con material absorbente en la cámara y revestida por ambas caras con yeso, es de 45 dBA, mientras que con bandas elásticas perimetrales presenta un R_A que varía entre los 54 dBA y los 59 dBA, dependiendo del tipo de banda elástica y material absorbente.

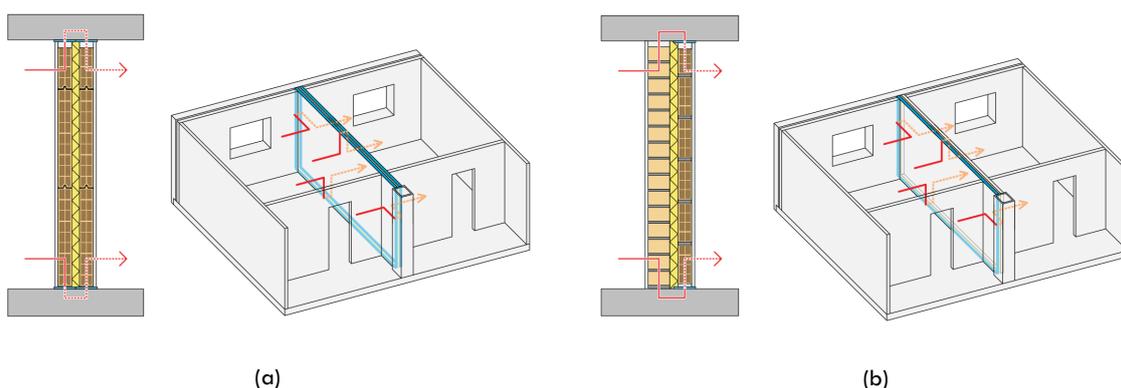


Fig. 4. Colocación de bandas elásticas perimetrales en las paredes separadoras: (a) Pared separadora Silensis Tipo 2A: colocación de bandas elásticas perimetrales en las dos hojas de la pared para la interrupción del puente acústico estructural y (b) Pared separadora Silensis Tipo 2B: colocación de bandas elásticas perimetrales en la hoja de ladrillo hueco para la interrupción del puente acústico estructural.

- ♦ Colocación de las bandas elásticas en la base de las paredes.

Se colocan para reducir las transmisiones indirectas de ruido que se producen a través de los tabiques a los recintos colindantes verticalmente. Su empleo permite optimizar la masa de los tabiques, así como las prestaciones acústicas de las láminas anti-impacto y falsos techos a colocar en los forjados para obtener un adecuado aislamiento acústico (Véase Figura 5).

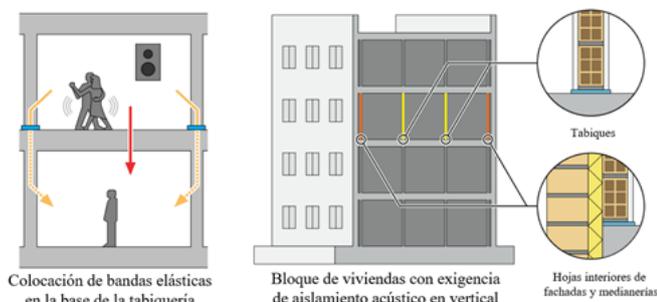


Fig. 5. Colocación de bandas elásticas en la base de los tabiques y hojas interiores de fachadas y medianerías. Mejora del aislamiento acústico entre recintos colindantes verticalmente.

- ♦ Colocación de las bandas elásticas en el encuentro de la tabiquería con las separadoras de una hoja.

Además de interrumpirse la tabiquería interior en su encuentro con la pared separadora, cuando la separadora es de una sola hoja, con el fin de atenuar las transmisiones indirectas de ruido a través de la tabiquería suele ser necesaria la colocación de bandas elásticas en vertical en la unión entre ambas fábricas (Véase Figura 6). Es importante destacar que esto no ocurre en el caso de las separadoras de dos o tres hojas, donde la atenuación de dichas transmisiones indirectas de ruido se produce a través de la cámara de la separadora, pudiendo por ello realizarse la unión entre ambas fábricas rígidamente, a testa o mediante traba, según corresponda.

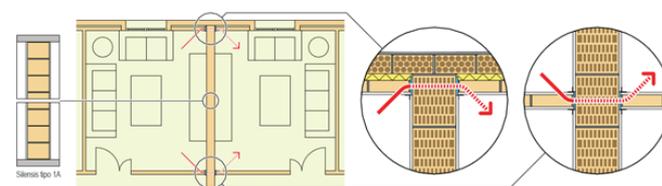


Fig. 6. Colocación de bandas elásticas en el encuentro de la tabiquería con las paredes separadoras de una hoja Silensis Tipo 1A. Mejora del aislamiento acústico entre recintos colindantes horizontalmente.

Para el montaje de las soluciones SILENSIS-CERAPY es necesario seguir unas sencillas reglas de ejecución relativas a la colocación de las bandas elásticas, realización de las rozas, aplicación de los revestimientos. A continuación, únicamente se destacan los aspectos más importantes del proceso de ejecución de la fábrica y de la aplicación de los revestimientos de placa de yeso.

♦ Ejecución de la fábrica de ladrillo

- Replanteo y colocación de las bandas elásticas

Se colocarán bandas elásticas en donde corresponda, en función de la solución constructiva de que se trate (tabique interior, pared separadora, etc.), de acuerdo con lo indicado en proyecto.

El replanteo de la fábrica se marcará el ancho de la fábrica, independientemente de si lleva o no bandas elásticas. Las bandas elásticas se adherirán con pegamento escayola o yeso al elemento constructivo en el que se vayan a colocar (forjado inferior, forjado superior, etc.). (Véase Figura 7).

- Arranque de las fábricas

En las fábricas con banda elástica en la base se deberá aplicar pasta de montaje entre la banda elástica y las piezas de la primera hilada de la fábrica. (Véase Figura 7).

- Colocación de la lana mineral

En las paredes separadoras de dos hojas, el material absorbente se colocará bien fijado a la primera hoja de la pared separadora y rellenando toda la superficie de la misma. (Véase Figura 7).

- Rozas

En las fábricas que lleven bandas elásticas, se interrumpirá el macizado de las instalaciones en el encuentro de la fábrica con los forjados inferior y superior. (Véase Figura 7).

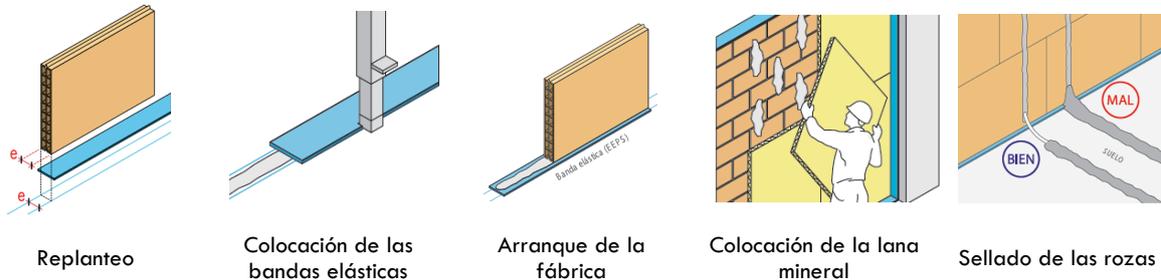


Fig. 7. Proceso de ejecución de la fábrica.

◊ *Ejecución de los revestimientos de placa de yeso laminado*

- Replanteo

En primer lugar, se replantean todos los huecos y elementos sobresalientes correspondientes tanto a precercos como a cajas de mecanismos, etc. Es importante tener en cuenta la diferencia de cota que habrá entre la parte inferior de las placas y el nivel de forjado o solado. (Véase Figura 8).

- Comprobación del despique

Una vez realizados los cajeados, se colocarán las placas sin pasta sobre la superficie a revestir con el fin de comprobar la buena ejecución de los mismos. (Véase Figura 8).

- Aplicación de pasta de agarre

A continuación, se procederá al recubrimiento de toda la superficie con la pasta de montaje, asegurándonos de conseguir una capa continua y de espesor constante. Para ello, se aplicarán pelladas uniformemente en la pared y se extenderá la

pasta empleando una llana dentada. (Véase Figura 8).

- Colocación de las placas

Se colocarán las placas a tope contra el forjado superior (o la banda elástica si la hubiera) separándolas del suelo de 1 a 1,5 cm mediante calzos. Las placas se adhieren a la fábrica, apoyándose en los mencionados calzos. (Véase Figura 8).

- Ajuste de las piezas

Una vez adheridas las placas a la fábrica, se ajustará su planicidad mediante una regla de pañear. (Véase Figura 8).

- Tratamiento de juntas

Se realizará el tratamiento de las juntas colocando una cinta de papel y aplicando pasta de juntas. El tratamiento de juntas se realizará siguiendo las recomendaciones del fabricante de placa de yeso laminado, en función de la terminación que se quiera conseguir. (Véase Figura 8).

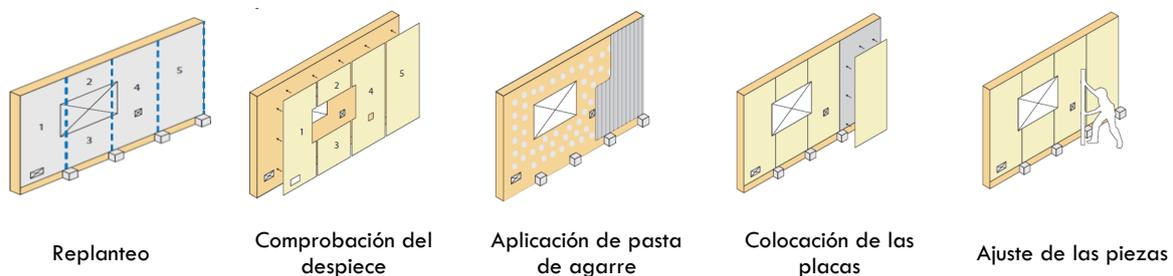


Fig. 8. Proceso de ejecución del revestimiento de placa de yeso laminado.

3. CONCLUSIONES

La suma de las ventajas de los revestimientos de placa de yeso a las paredes de ladrillo a través de las soluciones SI-LENSIS-CERAPY, constituye un avance hacia la industrialización de los sistemas de tabiquería cerámicos, con múltiples

ventajas para constructores y promotores. Las altas prestaciones técnicas de estas soluciones, unidas a su robustez y acabado perfecto, hacen de este sistema constructivo una solución óptima para construir edificios con un elevado nivel de confort, acordes a la mayor demanda de calidad por parte de los usuarios y a las exigencias normativas.

4. BIBLIOGRAFÍA

[1] Ministerio de Fomento. Documento Básico de Protección frente al ruido (DB HR) del Código Técnico de la Edificación (CTE).

[2] E. Santiago, A. Ribas, J. Valenciano. (2016) *Nuevos revestimientos de placa de yeso para las paredes de ladrillo Silensis*. Cursos Avanzados Eduardo Torroja.

[3] P. Linares, V. Sánchez, A. Ribas, *Manual de ejecución de fábricas de ladrillo para revestir*. Toledo, España: Asociación Regional de Fabricantes de Tejas y Ladrillos de Castilla La Mancha. Disponible en <https://www.silensis.es/informacion-tecnica/manual-ejecucion-silensis>.

[4] Ipsos-ASI. The Advertising Research Company. (2007) Barómetro sobre la calidad de la vivienda. Disponible en https://www.hispalyt.es/show_doc.asp?id_doc=3218.

WHAT DO YOU THINK?

To discuss this paper, please submit up to 500 words to the editor at 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.



Safety culture and workers' perception of occupational hazard

Cultura de seguridad y percepción de riesgos laborales por parte de los trabajadores

MANUEL JAVIER MARTÍNEZ CARRILLO

ETSIE. Universidad de Granada.
manueljmartinez@ugr.es

NURIA MATEO LORENTE

Master PRL. Universidad de Granada.
nur92@correo.ugr.es

ANTONIO ESPÍNOLA JIMÉNEZ

Universidad Isabel I - La Ciudad Accesible.
antonioespinolajimenez@gmail.com

According to data published by the International Labor Organization (ILO, 2019), it is estimated that worldwide, one worker dies every 15 seconds due to work-related accidents or diseases, and that in the same period of time, 153 workers suffer an occupational accident.

An increasing number of companies are concerned with creating a safe work environment. The term preventive culture or safety culture was used for the first time in 1988, in the report prepared by the nuclear safety investigation commission, after the Chernobyl nuclear accident, in present-day Ukraine (1986). As a result of this accident, it began to be raised that something was missing in the understanding and knowledge that was had up to that moment about the safety measures in the workplace.

The general objective of this work is to analyze how workers of companies in charge of building maintenance perceive safety in their work environment. To do this, a diagnostic approach is made to the preventive culture of a group of workers dedicated to the maintenance of building facilities.

The perception of risk in the work environment is analyzed through the answers that each of these workers gives to the questions of the Nordic Occupational Safety Climate Questionnaire (NOSACQ-50-Spanish), a tool developed by a group of occupational health researchers from the five Nordic countries (Norway, Sweden, Finland, Denmark and Iceland), with the support of the Nordic Council of Ministers, which provides workers' impressions of safety in their workplace.

Safety culture, Risk Perception, NOSACQ-50.

Según los datos publicados por la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2019), se estima que a nivel mundial, muere un trabajador cada 15 segundos a causa de accidentes o enfermedades relacionadas con el trabajo, y que en el mismo periodo de tiempo, 153 trabajadores sufren un accidente laboral.

Cada vez es mayor el número de empresas que se preocupan por generar un entorno laboral seguro. El término cultura preventiva o cultura de seguridad se utilizó por primera vez en el año 1988, en el informe que elaboró la comisión de investigación de seguridad nuclear, tras el accidente nuclear de Chernóbil, en la actual Ucrania (1986). A raíz de este accidente, se empezó a plantear que algo fallaba en la comprensión y en los conocimientos que se tenían hasta ese momento sobre las medidas de seguridad en los lugares de trabajo.

El objetivo general de este trabajo es analizar cómo perciben la seguridad en su entorno laboral los trabajadores de empresas encargadas del mantenimiento de edificios. Para ello, se realiza una aproximación diagnóstica a la cultura preventiva de un grupo de trabajadores dedicados al mantenimiento de las instalaciones de edificios.

La percepción del riesgo en el entorno de trabajo, se analiza a través de las respuestas que cada uno de estos trabajadores, da a las preguntas del Cuestionario Nórdico de Clima de Seguridad Laboral (NOSACQ-50-Spanish), herramienta desarrollada por un grupo de investigadores de salud laboral de los cinco países nórdicos (Noruega, Suecia, Finlandia, Dinamarca e Islandia), con el apoyo del Consejo Nórdico de Ministros, que permite conocer las impresiones de los trabajadores sobre la seguridad en su lugar de trabajo.

Cultura De Seguridad, Percepción De Riesgos, NOSACQ-50.

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el artículo 4.2 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, se puede definir riesgo laboral como, la posibilidad de que un trabajador sufra un deter-

minado daño derivado del trabajo. Para calificar un riesgo desde el punto de vista de su gravedad, se valorarán conjuntamente la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad del mismo.

La anterior, es solo una de las múltiples definiciones del concepto *riesgo* que se pueden encontrar, y que parecen no ponerse completamente de acuerdo entre ellas, a falta de una acepción mundialmente aceptada. Para lo que sí se ha alcanzado unanimidad es para la determinación de las dos características fundamentales que posee el término: la probabilidad de que ocurra un acontecimiento adverso y la magnitud de sus consecuencias.

Según la forma de abordar este concepto, se pueden distinguir dos clases de *riesgos*:

- *Riesgo objetivo* (estadístico): aquel cuya evaluación es el resultado de la aplicación de métodos de medición objetivos, que tienen su base en datos estadísticos y cálculos matemáticos [1].
- *Riesgo subjetivo* (percibido): aquel cuya valoración tiene una base intuitiva, ya que es la persona que asume el riesgo la que hace una estimación subjetiva de él.

Los valores y el sistema de creencias de una sociedad pueden condicionar qué riesgos se consideran aceptables, así como la propia construcción social del riesgo.

1.1. PERCEPCIÓN DEL RIESGO LABORAL

Entre los factores que influyen en la adopción de comportamientos seguros en el trabajo, se encuentra la percepción del riesgo que posea una persona. Este concepto hace referencia al proceso por el cual se estiman o se valoran actividades o situaciones que puedan entrañar peligro. Es la variable central de toda la conducta preventiva y hasta de toda la gama de comportamientos relacionados con la salud.

La percepción del riesgo es un proceso cognitivo, inmediato, dinámico y selectivo, que permite estimar o valorar situaciones, personas, objetos, en función de la información que selecciona y procesa el individuo [2]. Este concepto hace referencia a un proceso cognitivo que permite realizar estimaciones o juicios sobre situaciones o actividades peligrosas [3]. En este contexto, se tiene en cuenta tanto la valoración que hace el trabajador acerca de la probabilidad de que ocurra un suceso indeseado, como la estimación que realice sobre las consecuencias que dicho suceso pueda provocar.

Cada persona percibe el riesgo de una manera determinada. Para saber reconocer una amenaza, es determinante tener información sobre la situación, ya que no es posible percibir un peligro si no se posee conocimiento de él. Entre los factores que influyen en la percepción del riesgo de los trabajadores se encuentran la calidad de la formación y la información que tenga sobre seguridad laboral, así como la experiencia de haber sufrido con anterioridad un daño en el trabajo.

La percepción que cada individuo tiene sobre un riesgo es subjetiva (se pueden sobreestimar o infravalorar la prevalencia y/o la gravedad). Esto dependerá de varios factores,

entre ellos, las características individuales del trabajador, el entorno en el que se realice la tarea, la cultura organizacional, etc.

La negación del riesgo es una característica de gran importancia en la percepción del riesgo: las personas no estiman de igual forma los riesgos cuando estos les afectan a ellos mismos o a sus amigos o familiares, que cuando son riesgos para la población en general.

1.2. CULTURA DE SEGURIDAD

La cultura de seguridad o cultura preventiva forma parte de la cultura organizacional de una empresa y está basada en el comportamiento de los miembros de una organización, que adoptan unas creencias, actitudes y valores comunes respecto a las formas de actuar frente a los riesgos. Una definición clara y concisa es la que dan desde la Fondation pour une culture de sécurité industrielle (FONCSI), *“la cultura de la seguridad es el conjunto de prácticas desarrolladas y repetidas por los principales actores involucrados para controlar los riesgos propios de su actividad”* [4].

Otra definición de cultura de seguridad, es la aportada por el Instituto Andaluz de Prevención de Riesgos Laborales (IAPRL): *“Una forma sostenida y estable de ejercer la gestión y supervisión de la empresa, acorde con los valores de la salud y la seguridad, que genera un clima favorecedor del comportamiento preventivo de todos los individuos de la organización, reconociendo los éxitos y aprendiendo de los errores”*.

Dentro del entorno laboral, la cultura de seguridad se transmite como el modo de pensar, actuar y sentir en relación con las actividades cotidianas y los conflictos que surgen en el día a día [5]. Es decir, la cultura marca cómo deben actuar los miembros de una empresa ante los riesgos.

Cada organización va desarrollando una cultura de seguridad propia, que dependerá de la cultura, las costumbres, las creencias, las capacidades, los valores y los patrones de conducta, tanto individuales como colectivos, de sus miembros.

1.3. CLIMA DE SEGURIDAD

Este concepto surge en el año 1980, a raíz de los trabajos de Zohar [6]. Se utiliza como aspecto a valorar para alcanzar una adecuada evaluación de los niveles de seguridad en una organización o como predecesor de la siniestralidad laboral, entre otros. El clima de seguridad se define como las percepciones acerca de políticas, prácticas y procedimientos, compartidas entre los trabajadores y mandos de una organización, que influyen en su seguridad en un instante concreto.

También se puede definir el clima de seguridad como *“las percepciones compartidas, en un momento de tiempo dado, entre los miembros de una unidad social, de políticas, procedimientos y prácticas, a nivel de dirección y de grupo, influenciando la*

seguridad en la organización" [7].

Cada vez, es mayor el apoyo científico que recibe la existencia de una relación causal entre clima de seguridad y formas de actuación seguras, pudiéndose conceptualizar el clima de seguridad como una percepción global de aspectos de seguridad de la empresa que pueden servir como referente sobre el que desarrollar la propia conducta segura/insegura o sobre el juicio de los patrones ajenos de comportamiento seguro/inseguro [8].

Por tanto, el mantenimiento continuado en el tiempo de un determinado clima de seguridad dará lugar a la formación de la cultura de seguridad, que se mantendrá de forma más estable y que será asumida por todos los miembros de la organización.

1.4. CUESTIONARIO NOSACQ-50

El Cuestionario Nórdico de Clima de Seguridad Laboral (NOSACQ-50) es una herramienta, desarrollada por un grupo de investigadores de salud laboral de los cinco países nórdicos (Noruega, Suecia, Finlandia, Dinamarca e Islandia), con el apoyo del Consejo Nórdico de Ministros.

El cuestionario NOSACQ-50 es lo suficientemente amplio como para permitir la evaluación efectiva del estado del clima de seguridad en el entorno laboral y se puede emplear como una herramienta de diagnóstico y de evaluación de las intervenciones realizadas.

Se utiliza para diagnosticar el clima preventivo en una organización y mide la percepción sobre la prioridad que tanto los trabajadores como los directivos de una empresa otorgan a los asuntos relacionados con la seguridad y salud.

Su finalidad es conocer la opinión de los miembros de una compañía acerca de cómo se percibe la seguridad en su entorno de trabajo. El cuestionario consta de 50 preguntas (P1 a P50) acerca del clima de seguridad, divididas en dos grandes bloques, el primero de ellos con 22 cuestiones para evaluar el nivel mandos y el segundo, con 28 preguntas para evaluar el nivel del grupo de trabajo. Cada encuestado valorará su nivel de acuerdo con ellas, en una escala de 1 (muy en desacuerdo) a 4 (muy de acuerdo).

Los resultados obtenidos se agrupan en un total de siete dimensiones: tres de ellas, ligadas a la política organizacional planteada por los directivos; y, las cuatro restantes, relacionadas con la actitud colectiva de los trabajadores.

2. MARCO METODOLÓGICO

El objetivo general de la presente comunicación, es analizar cómo perciben la seguridad en su entorno laboral los trabajadores de una empresa dedicada al mantenimiento de las instalaciones de edificios de Granada.

Sin duda, si nos centramos en los riesgos asociados a puestos de trabajo, uno de los puestos que se encuentra más expuesto a los peligros a lo largo de su jornada laboral es el de personal de mantenimiento. Esta exposición es debida, entre otros factores, a la cantidad y diversidad de equipos de trabajo que tienen que utilizar y a la variedad de lugares en los que tienen que desarrollar su actividad.

Por ello, este estudio permitirá conocer si, los trabajadores dedicados al mantenimiento de las instalaciones de edificios, perciben que se están alcanzando los objetivos definidos en el Plan de Prevención de Riesgos Laborales de su empresa y se está manteniendo el nivel de protección establecido para ello.

La percepción del riesgo en el entorno de trabajo se analizará a través de las respuestas que cada uno de los trabajadores, dé a las preguntas del NOSACQ-50, permitiéndonos conocer las impresiones de los trabajadores sobre la seguridad en su lugar de trabajo.

La elección de este cuestionario para el estudio del clima de seguridad está motivada por el hecho de que de sus respuestas se extrae el reflejo de la percepción de los empleados acerca del auténtico valor de la seguridad en sus lugares de trabajo.

Además, su concepción está basada en teorías de seguridad, clima organizacional, investigación empírica y seguridad, así como en los resultados obtenidos de diversos estudios internacionales.

2.1. ETAPAS DEL PLAN DE TRABAJO

El plan de trabajo se ha dividido, a grandes rasgos, en las tres fases siguientes:

- Fase 1. Descriptiva. Estudio detallado y descripción de la cultura de seguridad: evolución desde sus inicios hasta la situación actual. Análisis del cuestionario NOSACQ-50: preguntas y utilidad.
- Fase 2. Cuantitativa. En esta segunda fase, más práctica, se ha determinado el grupo objeto de estudio y se han distribuido los cuestionarios NOSACQ-50 a los trabajadores de la empresa de mantenimiento de las instalaciones de edificios.
- Fase 3. Analítica. Conclusiones. Una vez obtenidos los datos, se ha realizado su análisis estadístico, mediante el uso de hojas de cálculo, preparadas para tal fin. Tras la realización de dichos análisis, se ha procedido a la redacción de las conclusiones acerca de los resultados obtenidos, de forma que se concluya con la confirmación, o no en su caso, que los trabajadores de la empresa de mantenimiento de las instalaciones de edificios, consideran que se encuentran realizando sus tareas en un entorno seguro y, a su vez, se sienten integrados en los procesos de toma de decisiones para lograr la implantación e integración de una cultura de seguridad dentro de la empresa.

2.2. METODOLOGÍA

Se ha utilizado el cuestionario NOSACQ-50 para diagnosticar el clima preventivo. A través de esta herramienta se puede medir la percepción respecto al clima preventivo de un grupo de trabajadores.

El mejor indicador de si se está implantando con éxito, o no, una buena cultura de seguridad es el clima preventivo, que informa sobre la percepción de los trabajadores acerca del grado de importancia que se concede a las políticas de salud y seguridad en el trabajo.

Lo que se mide con estas preguntas no es el grado de cumplimiento de las normas y procedimientos de seguridad, sino la percepción del conjunto de trabajadores acerca de la importancia de la seguridad y salud dentro de su empresa.

Se ha garantizado, en todo momento, la confidencialidad de

la información recopilada y los resultados obtenidos. Los datos recogidos solamente contienen la información relativa al puesto de trabajo necesaria para llevar a cabo un análisis de los resultados.

La existencia de un buen clima de seguridad, a medio y a largo plazo, influirá en la forma de pensar y actuar de los trabajadores, por lo que se minimizarán los incumplimientos y se potenciarán las actuaciones preventivas de todos y cada uno de los empleados.

Así, en un entorno de clima preventivo positivo, aunque se pueden dar ciertos incumplimientos de normas, dichas actuaciones serían valoradas negativamente por la mayoría de la organización que asume que las cosas deben hacerse de otro modo [9].

Las dimensiones definidas en el cuestionario son las siguientes "Tabla 1":

DIMENSIÓN	PREGUNTAS	RESUMEN
1	10 (1-9)	Compatibilización de los objetivos de producción con la seguridad, la gestión efectiva de los riesgos y la información a los trabajadores.
2	7 (10-16)	Diseño de trabajo seguro, de fomento de la consulta y participación, de formación y de capacitación en seguridad.
3	6 (17-22)	Investigación sistemática de accidentes e incidentes para buscar causas y no culpables.
4	6 (23-28)	Implicación, cooperación y corresponsabilización de los trabajadores en relación con los objetivos de seguridad.
5	7 (29-35)	Rechazo de actitudes de aceptación o minimización del riesgo de accidentes.
6	8 (36-43)	Autoconfianza en la capacidad colectiva y en el esfuerzo cooperativo por mantener unas condiciones de trabajo seguras.
7	7 (44-50)	Consideración positiva hacia las actividades preventivas.

Tabla 1. Número de preguntas y resumen de las dimensiones del NOSACQ-50. Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura, se representan los diferentes pasos que se han seguido para la obtención, análisis y tratamiento de los datos "Figura 1".



Fig. 1. Pasos para la realización del presente trabajo. Fuente: Elaboración propia.

El número de trabajadores con los que cuenta la empresa y que constituyen nuestro universo son 54 y de éstos han partici-

pado contestando el cuestionario una muestra de 47 trabajadores, constituyendo una muestra representativa, con un error

muestral del 5%, alcanzado un nivel de confianza del 95%.

Para obtener las puntuaciones de cada una de las dimensiones del cuestionario, se han otorgado las siguientes puntuaciones a cada afirmación: 1 (muy en desacuerdo), 2 (en desacuerdo), 3 (de acuerdo) y 4 (muy de acuerdo). En el caso de las oraciones formuladas en negativo, las puntuaciones se han invertido: 4 (muy en desacuerdo), 3 (en desacuerdo), 2 (de acuerdo) y 1 (muy de acuerdo).

Se han calculado las medias de las puntuaciones de las preguntas que conforman cada una de las dimensiones. Las puntuaciones medias obtenidas para cada ítem se han representado en un gráfico, de tipo *radar* o de *tela de araña*, para cada uno de los tipos de análisis a realizar. En el caso del análisis según la Escalera de Parker, se ha calculado la media de las siete dimensiones, que se ha utilizado para la ubicación del resultado obtenido en los escalones.

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Destacamos las siguientes cuatro opciones para el análisis de los resultados del cuestionario NOSACQ-50:

- ◊ Resultados globales.

- ◊ Resultados comparados de una misma empresa en dos momentos distintos.
- ◊ Resultados según la escalera de Parker.
- ◊ Resultados comparados con la base de datos online.

Al no existir datos previos de este cuestionario para los trabajadores de esta empresa, el análisis de los resultados según la opción *Resultados comparados de una misma empresa en dos momentos distintos* queda descartada en este trabajo.

A continuación, se presentan los resultados globales del conjunto de los encuestados, procediéndose al análisis de los resultados, comparados con la base de datos existente del Centro Nacional Danés de Investigación para el Ambiente de Trabajo (*Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø*, CNDIAT) y clasificados según la escalera de Parker.

3.1. RESULTADOS DEL CONJUNTO DE TRABAJADORES ENCUESTADOS

Se han realizado un total de 47 encuestas, lo que significa que han participado 9 de cada 10 trabajadores, todos hombres, entre 40 y 59 años. Los resultados globales obtenidos en los cuestionarios suministrados a los trabajadores de la empresa de mantenimiento de edificios, han sido los siguientes "Figura 2":

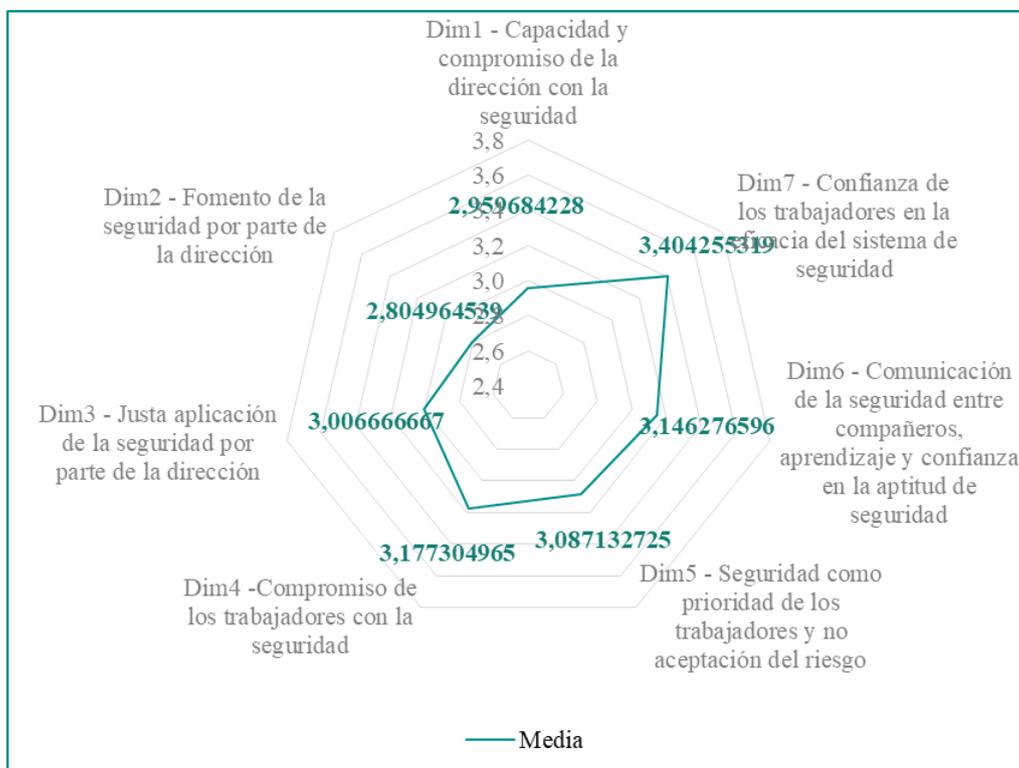


Fig. 2. Diagrama de resultados globales NOSACQ-50. Fuente: Elaboración propia.

En los vértices del heptágono están marcados los resultados globales, es decir, la media del total de respuestas obtenidas para cada una de las dimensiones. Cada uno de los heptágonos concéntricos que forman la red, simboliza unos valores

determinados, que, con el objetivo de facilitar su comprensión, se representan valores desde 2,4 (en el centro de la figura), hasta 3,8 (en el heptágono exterior), ya que las medias de cada dimensión se encuentran entre estos dos valores. En los

resultados no se han obtenido valores medios ni por encima ni por debajo de estos.

En la siguiente tabla, se exponen los valores medios de las dimensiones y la media total "Tabla 2".

EQUIPO	DIM 1	DIM 2	DIM 3	DIM 4	DIM 5	DIM 6	DIM 7	MEDIA
TODOS	2,96	2,80	3,01	3,18	3,09	3,15	3,40	3,08

Tabla 2. Resultados medios globales por dimensiones y media total. Fuente: Elaboración propia.

3.2. RESULTADOS SEGÚN LA ESCALA PARKER

En esta escala, también denominada escalera de la cultura preventiva, las empresas situadas en los escalones más altos son aquellas con un mayor arraigo de buenas prácticas preventivas. Atendiendo a las valoraciones medias de cada dimensión, la mayor puntuación se obtiene en la dimensión 7, *Confianza de los trabajadores en la eficacia del sistema de seguridad* (3,40), mientras que, la menor valoración corresponde

a la dimensión 2, *Fomento de la seguridad por parte de la dirección* (2,80), que, junto con la dimensión 1, *Capacidad y compromiso de la dirección con la seguridad*, (2,96) son las dimensiones a las que hay que prestar una mayor atención.

La media del conjunto de dimensiones es de **3,08**, lo que sitúa, en la escalera preventiva o de Parker, la cultura preventiva de los equipos en un **nivel proactivo** incipiente "Figura 3".

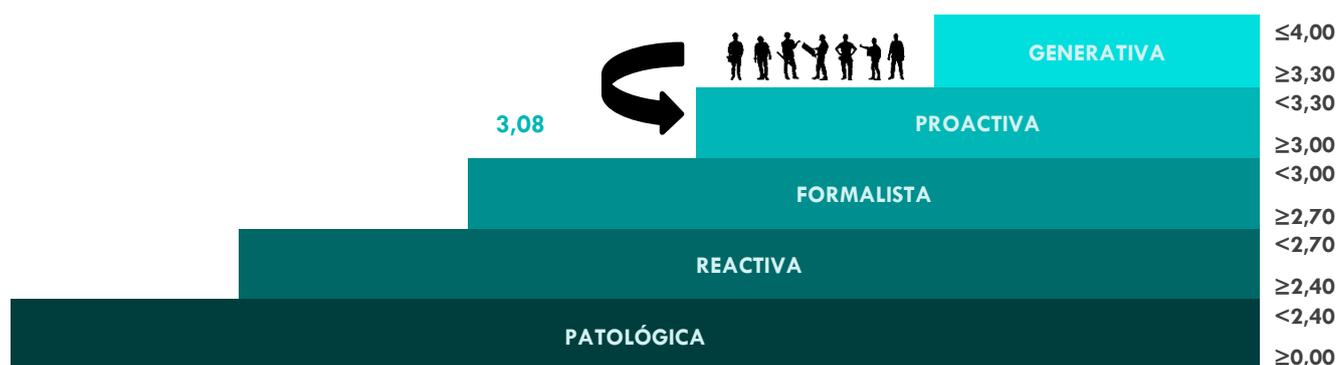


Fig. 3. Resultados globales en la escalera de Parker. Fuente: Elaboración propia.

Los miembros de una organización con un nivel de **cultura proactiva** se preocupan por la seguridad y salud y se involucran en la práctica de una buena cultura preventiva. La información fluye de forma bidireccional y existe un alto grado de confianza. Se practica la mejora continua de los aspectos relacionados con la prevención.

3.3. RESULTADOS COMPARADOS CON LA BASE DE DATOS ONLINE DEL CNDIAT

Otra forma para analizar los datos es comparando los resultados obtenidos con los resultados recopilados en una gran base de datos online, que ha puesto a disposición de los usua-

rios el CNDIAT. Esta base de datos, de acceso libre, está abierta para que cualquier persona o empresa pueda añadir los resultados que haya obtenido mediante la realización del cuestionario, sumándose así a los ya existentes. A continuación, se expone una tabla resumen con los resultados de la base de datos. Los datos proporcionados han sido revisados en junio de 2019, con un total de 53911 trabajadores y 15729 líderes (directores y supervisores) pertenecientes a 190 lugares de trabajo o de estudio diferentes, de 37 sectores industriales de los 6 continentes, utilizando 27 versiones de idiomas diferentes.

Según el criterio anterior, la comparativa se realiza con los siguientes datos "Tabla 3":

FUENTE	DIM 1	DIM 2	DIM 3	DIM 4	DIM 5	DIM 6	DIM 7	MEDIA
Equipos mantenimiento	2,96	2,80	3,01	3,18	3,09	3,15	3,40	3,08
Base de datos online CNDIAT	3,04	2,95	2,99	3,17	2,99	3,14	3,22	3,07
DIFERENCIA	-0,14	-0,33	0,12	0,16	0,05	0,11	0,38	0,05

Tabla 3. Resultados medios equipos mantenimiento y base de datos *online*. diferencias. Fuente: Elaboración propia.

La media global de los trabajadores de mantenimiento (3,08) es prácticamente igual que la media global de los trabajadores de la base de datos (3,07). La mayor diferencia se observa en la *Dimensión 7. Confianza de los trabajadores en la eficacia del sistema de seguridad*, la dimensión mejor valorada por ambos, en la que los trabajadores de mantenimiento han obtenido 0,38 puntos más (3,40 frente a 3,22). La segunda mayor diferencia, y la dimensión en la que peor salen de la comparativa los trabajadores de la empresa objeto de estudio, es en la *Dimensión 2. Fomento de la seguridad por parte de la dirección* (2,80 frente a 2,95).

4. CONCLUSIONES

1. Los trabajadores de la empresa de mantenimiento de edificios de Granada, tienen una muy buena perspectiva sobre la forma en que ellos mismos fomentan y velan por la seguridad en su trabajo. Sin embargo, sí que es peor la opinión que tienen sobre cómo se gestiona e integra la seguridad desde la dirección de la empresa.

2. Con el objetivo de mejorar esta percepción, la cadena de mando debe implicarse, de una forma más activa, en la participación y divulgación de los compromisos que se alcancen en materia de prevención de riesgos laborales.

3. La formación e información, las medidas de protección colectiva, el suministro de equipos de protección individual, etc., se encuentran bien encaminadas en la empresa. La valoración global obtenida se encuadra en un nivel de prevención proactiva, no obstante, estas acciones deben desarrollarse, para alcanzar en un futuro, el más alto nivel en la escalera de Parker.

4. Se debe fomentar la implicación de la dirección de la empresa, de forma que se fomente la participación de los trabajadores, apoyando que se impliquen de forma más activa en los asuntos relacionados con la prevención de riesgos laborales.

5. La dirección de la empresa debe implantar acciones enfocadas a mejorar la percepción del compromiso de la dirección, prestando atención a los aspectos ligados a la supresión y al control de los riesgos.

6. Los trabajadores de la empresa de mantenimiento presentan un clima de seguridad ligeramente mejor que la media de los trabajadores de los que se disponen datos, a nivel mundial. La confianza de los trabajadores en los sistemas preventivos implantados, es el pilar más importante de la cultura de seguridad.

7. Es recomendable afrontar el conflicto existente entre seguridad y productividad, compatibilizando las demandas de minoración de tiempos, disminución de precios, etc., con la cultura de seguridad.

8. De los resultados obtenidos con nuestro estudio se puede concluir que, tanto los trabajadores, como los directivos de la empresa, se están esforzando para conseguir una verdadera cultura de seguridad en la empresa.

5. BIBLIOGRAFÍA

5.1. BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- [1] Cvetkovich, G., & Earle, T. C. *Decision making and risk taking of young drivers: Conceptual distinctions and issues*. Alcohol, Drugs & Driving, 4(1), (9-19), 1988.
- [2] Pastor Ramos, G. *Conducta interpersonal: ensayo de psicología social sistemática*. Salamanca: Publicaciones Universidad Pontificia de Salamanca, 1978.
- [3] Ganzach, Y., Ellis, S., Pazy, A., & Ricci-Siag, T. *On the Perception and Operationalization of Risk Perception*. Journal of Judgment and Decision Making, 2008.
- [4] Daniellou, F., Simard, M. y Boissières, I. *Factores humanos y organizativos de la seguridad industrial: estado del arte*. Número 2013-04 de la colección Cahiers de la Sécurité Industrielle. Toulouse (Francia): Fundación por una Cultura de Seguridad Industrial, 2013.
- [5] Schein, E. *Organizational Culture and Leadership*. San Francisco (Estados Unidos): Jossey-Bass Publishers, 1985.
- [6] Zohar, D. *The effects of leadership dimensions, safety climate, and assigned priorities on minor injuries in work groups*, 2002.
- [7] Larsson, S., Pousette, A. y Törner, M. *Psychological climate and safety in the construction industry-mediated influence on safety behaviour*. Safety Science, 46(3), (405-412), 2008.
- [8] Coyle, I.R.; Sleeman, S.D. y Adams, N. *Safety Climate*. Journal of Safety Research, Vol. 26, no4, (247-254), 1995.
- [9] Gómez Velarde, M. A. *Diagnóstico de Cultura Preventiva en el Sector de la Hostelería de Andalucía*. Junta de Andalucía e Instituto Andaluz de PRL, 2014.

5.2. DISPOSICIONES LEGALES

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Boletín Oficial del Estado, núm. 269, de 10 de noviembre de 1995.
- Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio. Boletín Oficial del Estado, núm. 308, de 23 de diciembre de 2009.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Boletín Oficial del Estado, núm. 27, de 31 de octubre de 1997.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Boletín Oficial del Estado, núm. 97, de 23 de abril de 1997.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. Boletín Oficial del Estado, núm. 127, de 29 de mayo de 2006.

- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establece disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. Boletín Oficial del Estado, núm. 71, de 23 de marzo de 2010.

WHAT DO YOU THINK?

To discuss this paper, please submit up to 500 words to the editor at 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.

Geographical quantification of the generation of construction and demolition waste (CDW) in new construction

Cuantificación geográfica de generación de residuos de construcción demolición (RCD) en obra nueva

JOSÉ FERNÁNDEZ CASTILLO

Consejo General de la Arquitectura Técnica de España (CGATE).
jose.fernandez@arquitectura-tecnica.com

JUAN LÓPEZ-ASIAIN MARTÍNEZ

Departamento de Construcciones Arquitectónicas y su Control. E.T.S. de Edificación de Madrid. Universidad Politécnica de Madrid.
juanlopezasiain@arquitectura-tecnica.com

HELENA GRANADOS MENÉNDEZ

Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España (CSCAE).
hgranados@hg-arctres.es

ALEJANDRO PAYÁN DE TEJADA ALONSO

Consejo General de la Arquitectura Técnica de España (CGATE).
apayan@arquitectura-tecnica.com

Es objetivo de la Unión Europea y de todos sus estados miembros, potenciar la economía circular en todos los sectores. En 2015, la Comisión Europea adoptó un plan de acción para contribuir a la transición hacia una economía circular, estableciendo 54 medidas para "cerrar el círculo" del ciclo de vida de los productos: de la producción y el consumo a la gestión de residuos y el mercado de materias primas secundarias. Sin duda la gestión adecuada de los residuos de construcción demolición es fundamental en este proceso, ya que significan a aproximadamente un tercio de los residuos generados en la Unión.

El Gobierno de España también ha trabajado en esta dirección con la Estrategia Española de Economía Circular, "España Circular 2030", en la que uno de sus ejes principales de actuación es la gestión de residuos, en la que, entre otros objetivos, se propone la revisión del RD 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición y que proporciona el marco legal a esta gestión de RCD en la edificación, a través de herramientas como el estudio y el plan de gestión de RCD.

Una de las deficiencias más habituales detectadas por los agentes del sector, es no contar con unos ratios orientativos consistentes de generación de RCD que faciliten la elaboración de estos documentos preceptivos, así como el seguimiento de la gestión tanto por los técnicos competentes como por las administraciones públicas.

El objetivo del presente trabajo ha sido intentar dar solución a la dispersión de ratios de generación de residuos de construcción y demolición, generando una serie de tablas parametrizadas que puedan servir de ayuda y orientación para calcular los ratios de RCD susceptibles de generarse en una obra de construcción o demolición para las grandes regiones climáticas de España.

Para la recogida de datos se ha recurrido tanto a fuentes públicas como privadas. Se han consultado bases de datos de entidades de reconocido prestigio, recopilado ratios provenientes de normativas autonómicas y locales y, de manera activa, se ha solicitado información a los agentes más relevantes del sector: Colegios Profesionales, Universidades, entidades que desarrollan trabajo específico en este campo, proyectos relacionados de ámbito europeo y actores privados en el sector.

El resultado son unas tablas parametrizadas por grandes zonas climáticas, tanto para nueva construcción como demolición de edificios residenciales y terciarios. Este trabajo ha sido posible gracias a la iniciativa de los Consejos Superior y General de Colegios de Arquitectos y Arquitectos Técnicos de España.

Residuos, Materiales, Construcción, Demolición.

One of the main objectives of the European Union and all of its member states is to promote the circular economy in all production sectors. In 2015, the European Commission adopted an action plan to contribute to the transition towards a circular economy. Establishing 54 measures to "finish the circle" of products life cycle: from production and consumption to waste management and the markets for recycling services and secondary raw materials. Certainly, the correct management of construction and demolition waste is essential in this process, it represents approximately the third part of the waste generated by the European Union.

The Government of Spain has also worked in the same direction with the strategy called Spanish Circular Economy, "España Circular 2030", in which one of its main axes is the management of wasting, in which, among other objectives, it proposes the review of the RD 105/2008 which regulates the production and management of construction and demolition waste. This Royal Decree provides the legal framework for this management of RCD in building, through tools such as the study and the management plan of RCD.

One of the most common problems detected by construction sector agents is not having estimated ratios for the generation of RCD. The objective of this work has been trying to solve the dispersion of these construction and demolition waste generation ratios, making some parameterized tables that can help calculating the RCD ratios produced in a construction or demolition work, by the climatic regions of Spain.

The data have been obtained from different sources, both public and private. The parameterized tables have been made by consulting the databases of prestigious entities, in addition, ratios have been compiled from regional and local regulations, actively, information has been requested from the most relevant agents in the sector: Professional Associations, Universities, related European projects and private actors in the sector.

Waste, Materials, Construction, Demolition

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de la Unión Europea y de todos sus estados miembros es potenciar la economía circular en todos los sectores. En 2015, la Comisión Europea adoptó un plan de acción para contribuir a la transición hacia una economía circular [1], estableciendo 54 medidas para "cerrar el círculo" del ciclo de vida de los productos: de la producción y el consumo a la gestión de residuos y al mercado de materias primas secundarias. Sin duda la gestión adecuada de los residuos de construcción y demolición es fundamental en este proceso, ya que significan aproximadamente un tercio de los residuos generados en la Unión Europea.

El Gobierno de España también ha trabajado en esta dirección al definir la Estrategia Española de Economía Circular, "España Circular 2030" [2], en la que uno de sus ejes principales de actuación es la gestión de residuos, en la que, entre otros objetivos, se propone la revisión del RD 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición [3], que proporciona el marco legal de la gestión de RCD en la edificación y establece documentos preceptivos como el estudio y el plan de gestión de RCD.

Una de las deficiencias más habituales detectadas por los agentes del sector es no contar con unos ratios orientativos consistentes de generación de RCD que faciliten tanto la elaboración de estos documentos preceptivos, como el seguimiento de la gestión por los técnicos competentes y por las administraciones públicas.

El objetivo del presente trabajo ha sido intentar dar solución a la dispersión de ratios de generación de residuos de construcción y demolición, generando una serie de tablas parametrizadas que puedan servir de ayuda y orientación para calcular los ratios de RCD susceptibles de generarse en una obra de construcción o demolición para las grandes regiones climáticas de España.

Para la recogida de datos se ha recurrido tanto a fuentes públicas como privadas. Se han consultado bases de datos de entidades de reconocido prestigio, recopilado ratios provenientes de normativas autonómicas y locales y, de manera activa, se ha solicitado información a los agentes más relevantes del sector: Colegios Profesionales, Universidades, entidades que desarrollan trabajo específico en este campo, proyectos relacionados de ámbito europeo y actores privados

en el sector.

Como uno de los resultados de este trabajo, se presentan en este artículo unas tablas parametrizadas diferenciadas por grandes zonas climáticas (Mediterráneo Litoral, Semiárido, Oceánico, Continental Norte, Continental Sur) con estimaciones de RCD para edificios residenciales y terciarios de nueva construcción.

2. METODOLOGÍA

Para la elaboración de las tablas recogidas en este documento, se ha procedido a la búsqueda y solicitud de datos a entidades de reconocido prestigio en ámbito nacional. La solicitud y recopilación de datos se han articulado a partir de los requerimientos establecidos por el RD 105/2008 de identificación y cuantificación de RCD ajustados a los correspondientes Códigos LER [4], recogiendo asimismo la mayor cantidad de información posible acerca de las diferentes características tipológicas de la edificación que puedan incidir en dichos ratios.

Con la información obtenida y procesada se ha generado una tabla específica para cada familia de datos facilitada, en la que se recoge la siguiente información:

- Tipo de obra (obra nueva o demolición).
- Origen de los datos (Colegio Profesional, Entidad, agente privado...).
- Autoría del análisis e identificación de particularidades de los datos.
- Reflejo en el ámbito normativo y acceso público a datos vía internet (si lo hubiera).
- Información sobre las tipologías edificatorias y constructivas a la que son de aplicación los datos facilitados.
- Ratios establecidos para dar cumplimiento al RD 105/2008 establecidos por m² de obra globales y para cada Código LER:
 - Peso (T/ m²) y
 - Volumen (m³/ m²) de aplicación

Se han considerado asimismo en el análisis otros parámetros de interés para la generación y análisis de los ratios descritos, disponibles o susceptibles de ser calculados a partir de las

familias de datos facilitadas:

- Porcentajes de RCD de las diferentes familias, subfamilias y Códigos LER, expresados en %,
- Densidades ρ de los materiales que relacionan peso y volumen (T/m^3), distinguiéndose entre ρ_{ap} (densidad aparente) y ρ_{lab} (densidad tabulada o de laboratorio proveniente de la bibliografía utilizada),
- Factor de conversión de Esponjamiento (F.C.E.), en el caso de que se hubiera datos suficientes para su cálculo.

Dentro de los valores numéricos obtenidos o procesados, el prioritario y de mayor fiabilidad es el correspondiente al peso de los RCD codificado de acuerdo a los Códigos LER, ya que el volumen de RCD generado (Volumen aparente V_{ap}) puede variar en función de una serie de parámetros, tales

como el método de generación de los RCD [5] (tipo de maquinaria utilizada o retirada manual), tipo de sistema constructivo o tenacidad de los elementos constructivos.

Así, se ha dedicado especial atención a la recogida y análisis de datos disponibles relativos a la densidad aparente (ρ_{ap}) y al esponjamiento, dada su repercusión en la cuantificación de volúmenes de RCD.

Se incorpora, a modo de ejemplo, la tabla correspondiente a obra nueva en edificación residencial en la Comunidad Valenciana (ver Tabla 1), generada a partir de datos procedentes del Instituto Valenciano de la Edificación (IVE). Los datos de que se dispone son los ratios de peso por m^2 de superficie construida de cada tipo de RCD (T/m^2) y densidad estimada (aparente) de acuerdo con su Código LER [6].

Tipo obra	OBRA NUEVA						
ORIGEN	Instituto Valenciano de la Edificación, IVE						
AUTOR	CGATE-CSCAE						
COMENTARIOS	Residencial (queda pendiente tipo residencial con Jose						
URL	https://grcd.f-ive.es/						
Tipo edificatorio	Residencial			Terciario			
	Plurifamiliar	Unifamiliar	Comercial	Residencial	Administrativo	Industrial	
Sistema constructivo	X	X					
	Pesado	Medio	Ligero	Genérico			
		X					
Código LER	Tipo de Residuo	Porcentajes	Volumen	Peso	Densidades (T/m^3)		F.C.E
		%	m^3/m^2	T/m^2	D_{ap}	D_{lab}	V. unitario
	Datos			x	x	x	
	Estimado a partir de datos	x	x				x
0. RATIOS GLOBALES							
<i>Tierras y petreos de la excavación</i>							
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03						
17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06						
17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07						
RCD: Naturaleza no pétreo		25,00	0,03	0,03			
<i>Asfalto</i>							
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01	1,85	0,00	0,00	1,00	1,30	1,30
<i>Madera</i>							
17 02 01	Madera	9,26	0,01	0,01	0,80	0,60	0,75
<i>Metales</i>							
		4,63	0,00	0,01	1,50	1,50	1,00
17 04 01	Cobre, bronce, latón						
17 04 02	Aluminio						
17 04 03	Plomo						
17 04 04	Zinc						
17 04 05	Hierro y acero						
17 04 06	Estaño						
17 04 07	Metales mezclados	4,63	0,00	0,01	1,50	1,50	1,00
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10						

<i>Papel</i>							
20 01 01 /030308		1,85	0,00	0,00	0,75	0,90	1,20
<i>Plástico</i>							
17 02 03		1,85	0,00	0,00	0,60	0,90	1,50
<i>Vidrio</i>							
17 02 02		0,93	0,00	0,00	0,40	1,50	3,75
<i>Yeso</i>							
17 08 02		4,63	0,01	0,01	0,90	1,20	1,33
<i>RCD: Naturaleza pétreo</i>							
<i>Arena Grava y otros áridos</i>		64,81	0,11	0,13	1,21		
01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de código 01 04 07					1,50	
01 04 09	Residuos de arena y arcilla					1,50	
<i>Hormigón</i>							
17 01 01	Hormigón	18,52	0,02	0,02	1,25	2,50	2,00
<i>Ladrillos, azulejos y otras cerámicos</i>							
17 01 02	Ladrillos	46,30	0,04	0,05	1,20	1,30	1,08
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	46,30	0,04	0,05	1,20	1,50	1,25
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 1 7 01 06.					1,50	
<i>Residuo mezclado</i>							
17 09 04	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03	9,26	0,01	0,01	1,25	1,50	1,20
<i>RCD Potencialmente peligrosos y otros</i>							
<i>Basuras</i>							
20 02 01	Residuos biodegradables				0,60		
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	0,93	0,00	0,00	0,60	0,90	1,50
<i>Potencialmente peligrosos</i>							
17 09 03*	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's						
<i>Otros</i>							

*Los parámetros calculados a partir de la información disponible son los marcados en rojo.

Tabla 1. Ejemplo de Tabla tipo para la recogida de datos. Datos IVE para obra nueva en edificio residencial o terciario.

La documentación recogida es muy heterogénea tanto en identificación de parámetros como en la aplicación de Códigos LER. No todas las series de datos recogidas se ajustan a los requerimientos de identificación de los RCD a través de sus Códigos LER establecidos por el RD 105/2008, produciéndose clasificaciones muy dispersas que dificultan la comparación de datos (RCD pétreos, no pétreos y peligrosos, RCD Tipo I y Tipo II, RCD inertes y especiales...).

En consecuencia, la disponibilidad de cada uno de los parámetros anteriores en cada caso analizado junto con el número de casos obtenidos de cada tipo ha determinado una serie de reajustes a lo largo del proceso para garantizar criterios homogéneos en el análisis y procesado de las series de valores obtenidas.

Para facilitar el análisis y la comparación de los datos recogidos se generan, para cada serie de datos, una serie de 6 gráficos correspondientes tanto a los ratios exigidos por el RD 105/2008 como al resto de los valores numéricos analizados:

- Peso (T/m²) exigido por RD 105/2008
- Volumen (m³/m²) exigido por RD 105/2008
- Porcentajes de RCD correspondientes a las grandes familias de los Códigos LER (17.01 a 17.09)
- Porcentajes de RCD correspondientes a las diferentes familias de materiales
- Comparativa de densidades aparentes y densidades tabuladas
- Esponjamiento asociado al volumen aparente.

Se recogen, a modo de ejemplo, los gráficos realizados (Figura 1a y Figura 1b) a partir de la serie de ratios para Edificación Residencial de Obra Nueva en el País Vasco facilitados por el IHOBE y establecidos por el Decreto Vasco 112/2012 [7] para el Peso (T/m²) y Volumen (m³/m²) de las diferentes familias de materiales.

A partir del análisis de los datos y del grado de detalle de la

información disponible, se ha observado que los ratios de RCD correspondientes a “Tierras y pétreos de la excavación” no son comparables entre las diferentes series de datos, ya que la relación entre las tareas de excavación y las de construcción, reforma o demolición varían en función de la localización, morfología y volumetría de la edificación.

Considerando que los pesos y volúmenes asociados a las

tareas de excavación y movimiento de tierras son valores que pueden ser cuantificarse fácilmente a partir de la definición del proyecto, se descarta su incorporación en las tablas. En aquellos casos en que la serie contiene valores para las tierras y pétreos de la excavación, se reajusta el global de ratios descontando su peso y se realiza un reajuste de los porcentajes asociados a los restantes grupos de RCD.

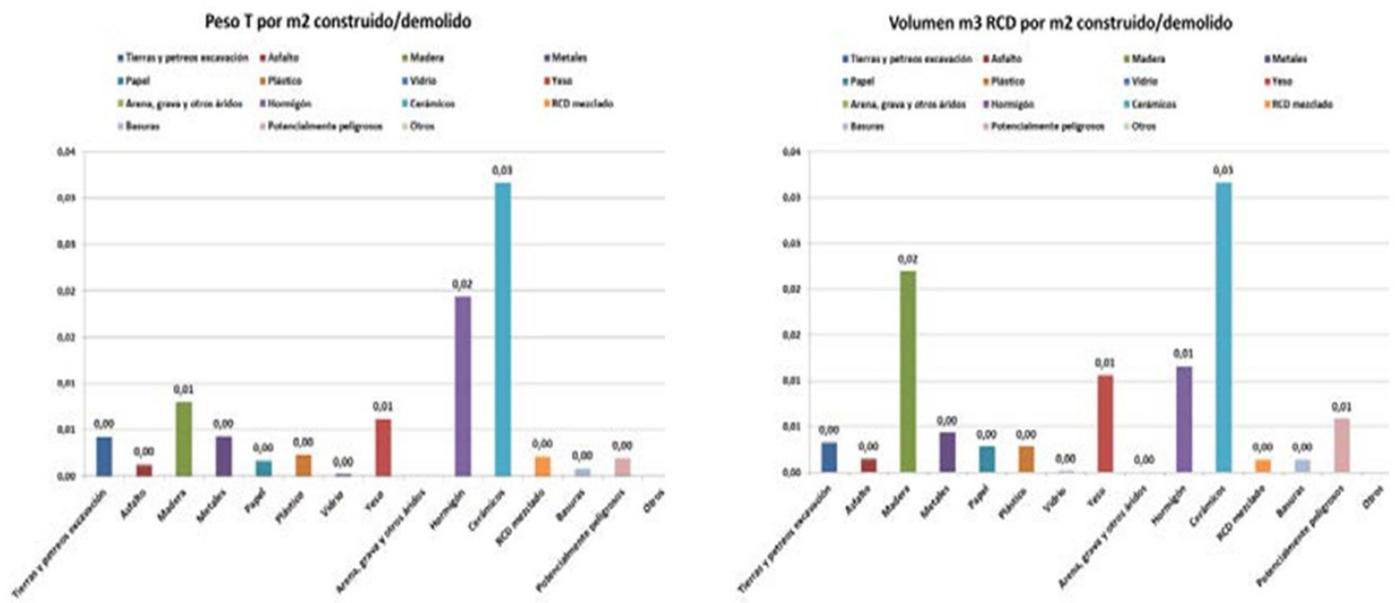


Fig. 1. (a) Gráficos de peso (T) analizados por serie de datos para edificación residencial en obra nueva en el País Vasco, a partir de datos de IHOBE y (b) gráficos de volumen (m3) analizados por serie de datos para edificación residencial en obra nueva en el País Vasco, a partir de datos de IHOBE.

El análisis comparativo de los datos obtenidos se agrupa en función de las características diferenciales de la construcción para las grandes regiones climáticas del territorio.

Se incorporan en un mapa climático del territorio las localizaciones geográfico-administrativas de las series de datos obtenidas (ver Figura 2).

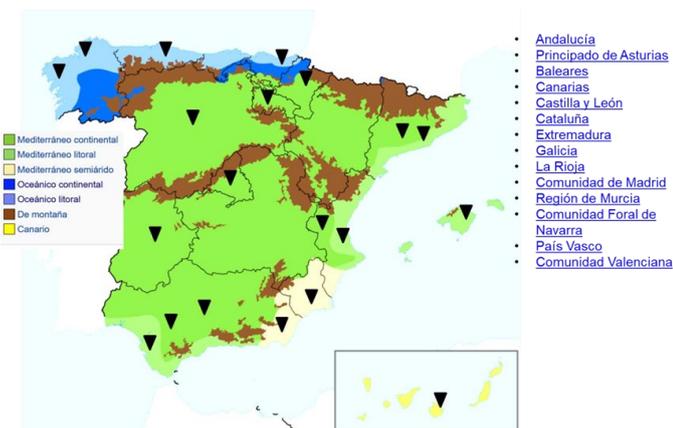


Figura 2. Localización geográfica de las series de datos obtenidas y caracterización climática.

El número y localización en el territorio de las series de datos analizadas por Comunidad Autónoma es variable, por lo que se ha elegido la caracterización climática para la agrupación de datos, lo que ha permitido obtener una cobertura geográfico-climática suficiente para el análisis comparativo de las series de datos.

Se han establecido las siguientes grandes regiones de acuerdo con condiciones climáticas, sistemas constructivo-edificatorios asociados y fuentes de datos analizadas y ponderadas:

- ♦ Mediterráneo Litoral
- ♦ Semiárido
- ♦ Oceánico
- ♦ Continental Norte
- ♦ Continental Sur

Para cada una de estas regiones se han analizado las series de datos generadas, junto con el número y fiabilidad estadística de los datos obtenidos. En función de este análisis, se han establecido medias ponderadas con objeto de generar Ta-

blas de ratios orientativas que puedan ser consideradas como representativas de cada región.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según lo expuesto en la metodología, se ha conseguido gene-

rar una Tabla de ratios orientativa para cada región establecida, a partir de una serie de datos, ponderados según su grado de fiabilidad. Se incorpora, a modo de ejemplo, la correspondiente a ratios de obra nueva para la región Mediterránea Litoral (ver Tabla 2).

Codigo LER	Tipo de Residuo	Porcentaje peso	Volumen	Peso
		%	m3/m2	T/m2
RATIOS GLOBALES		100,0	0,143	0,107
RCD: Naturaleza no pétreo				
Asfalto				
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01	4,0	0,004	0,004
Madera				
17 02 01	Madera	3,1	0,010	0,003
Metales				
17 04 01	Cobre, bronce, latón			
17 04 02	Aluminio			
17 04 03	Plomo			
17 04 04	Zinc			
17 04 05	Hierro y acero			
17 04 06	Estaño			
17 04 07	Metales mezclados	1,4	0,002	0,002
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10			
Papel				
20 01 01 /03	Papel-Cartón (codigo espejo)	1,9	0,015	0,002
Plástico				
17 02 03	Plástico	1,4	0,009	0,002
Vidrio				
17 02 02	Vidrio	0,8	0,002	0,001
Yeso				
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01	2,8	0,008	0,003
RCD: Naturaleza pétreo				
Arena Grava y otros áridos				
01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de código 01 04 07	5,6	0,004	0,006
01 04 09	Residuos de arena y arcilla			
Hormigón				
17 01 01	Hormigón	26,3	0,020	0,028
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos				
17 01 02	Ladrillos			
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	31,4	0,032	0,034
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.	10,8	0,011	0,012
RCD Mezclados				
17 09 04	RCD mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03	5,8	0,019	0,006
RCD Potencialmente peligrosos y otros				
Basuras				
20 02 01	Residuos biodegradables			
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	3,4	0,004	0,004
Potencialmente peligrosos				
17 09 03*	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's	1,3	0,002	0,001
Otros				

Tabla 2.. Tabla de generación de ratios de la región Mediterráneo Litoral.

4. CONCLUSIONES

Como primera conclusión que se puede obtener de este estudio, la pluralidad y heterogeneidad de los datos de origen hace evidente concluir que las tablas de resultados sobre el estudio de ratios de generación de RCD que se han realizado son de carácter orientativo y por lo tanto no responden a las particularidades que pueda tener cada proyecto.

A pesar de que estos datos sean orientativos y que deban adecuarse a las características concretas de cada proyecto, el buen saber de los técnicos sobre tipos constructivos para cada región climática y sistemas de puesta en obra, permite su uso como una herramienta que puede ayudar a predimensionar y orientar sus tareas en este campo, tanto en fase de proyecto, con la estimación de cantidades de RCD que se producirán en la obra, como en el posterior seguimiento de la gestión por parte de los técnicos o la Administración pública.

Por último, estas tablas pretenden ser una herramienta que de soporte al cumplimiento de las obligaciones normativas establecidas en el RD 105/2008, ya que facilitan la elaboración de documentos prescriptivos para su cumplimiento, como son el Estudio y el Plan de Gestión de RCD.

5. BIBLIOGRAFÍA

[1] Comunicación de la comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la Economía Circular. Accedido el 12 de febrero de 2020 Disponible en :

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/es/txt/?uri=celex%3a52015dc0614>

[2] MAPAMA y MINECO. “España Circular 2030. Estrategia Española de Economía Circular” (borrador), 2018.

[3] Ministerio de la Presidencia. Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. BOE nº 38 de 13 de febrero de 2008.

[4] Ministerio de Medio Ambiente. Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos (LER). BOE nº 43, de 19 de febrero de 2002.

[5] IHOBE. Manual para redacción e implantación de plan de gestión de residuos de construcción y demolición y buenas prácticas gremiales. Accedido el 12 de febrero de 2020 Disponible en:

http://www.btbb.com/wp-content/uploads/documentos/legislacion/manual_ihobe.pdf

[6] IVE. Herramienta de apoyo para la estimación de ratios de aplicación en la redacción de estudios de gestión de residuos de construcción y demolición de acuerdo a los requerimientos normativos definidos por el RD 105/2008. Accedido el 12 de febrero de 2020 Disponible en: <https://www.five.es/acceso-grcd/>

[7] Decreto 112/2012, de 26 de junio, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOPV núm. 171 de 3 de septiembre de 2012).

WHAT DO YOU THINK?

To discuss this paper, please submit up to 500 words to the editor at 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.



Contribution to the effective integration of prevention on construction sites

Contribución a la efectiva integración de la prevención en las obras de construcción

MARÍA SEGARRA CAÑAMARES

Departamento de Ingeniería Civil y de la Edificación, Universidad de Castilla-La Mancha, España. maria.segarraca@uclm.es

ANTONIO ROS SERRANO

Departamento Construcciones Arquitectónicas y su Control, Universidad Politécnica de Madrid, España. antonio.ross@upm.es

FRANCISCO JOSÉ FORTEZA OLIVER

Departamento de Ingeniería Industrial y Construcción, Universidad Islas Baleares, España. francisco.forteza@uib.es

MARÍA DE LA NIEVES GONZÁLEZ GARCÍA

Departamento de Construcciones Arquitectónicas y su Control, Universidad Politécnica de Madrid, España. mariadelasnieves.gonzalez@upm.es

Es evidente que el Sector de la Construcción no está respondiendo de manera adecuada al marco legislativo actual, así lo demuestran las estadísticas sobre la siniestralidad del sector. A lo largo de más de 10 años hemos podido observar como nuestro sector entraba en un ciclo de crisis y como se esgrimía que el número de accidentes del sector disminuían, una verdad a medias ya que los índices de incidencia (número de accidentes ponderado por número de trabajadores en el sector) se ha incrementado desde el 2008.

Las acciones que se están llevando a cabo parece que no surten efecto ya bien sea por insuficiencia o falta de adecuación de las mismas. Ello compota una necesidad de reacción desde todos los ámbitos del sector, identificando las carencias y aportando soluciones.

Esas carencias son el punto de partida de este trabajo en el que se busca determinar cómo contribuir para hacer efectiva la integración de la actividad preventiva en el conjunto de actividades de la empresa, y las posibles soluciones. La adecuada integración de la prevención, la planificación y la contratación, determinan lo que finalmente nos encontraremos en la ejecución material de la obra.

Sin embargo, las peculiaridades del sector hacen que intervengan una multitud de agentes con responsabilidades en el resultado final. Las empresas, autónomos, el servicio de prevención, la Administración, los técnicos y los trabajadores, entre otros, forman parte de la maquinaria que hace que el proceso funcione. El resultado final depende de la coordinación entre todos los agentes y el cumplimiento de sus obligaciones. Determinar cuál es el encaje perfecto es complejo, pero de ello depende obtener buenos resultados finales de seguridad y salud.

Seguridad y Salud, Integración de la prevención, Sector Construcción, Acciones

It is evident that the Construction Sector is not responding adequately to the current legislative framework, as shown by the statistics on the accident rate of the sector. Over more than 10 years we have been able to observe how our sector entered a cycle of crisis and how it was claimed that the number of accidents in the sector decreased, a half-truth since the incidence rates (number of accidents weighted by number workers in the sector) has increased since 2008.

The actions that are being carried out seem to be ineffective, due to their either inadequacy or inadequacy. This compose a need for reaction from all areas of the sector, identifying deficiencies and providing solutions.

These shortcomings are the starting point of this work in which it is sought to determine how to contribute to make effective the integration of preventive activity in the set of company activities, and possible solutions. The adequate integration of prevention, planning and contracting determine what we will finally find in the material execution of the work.

However, the peculiarities of the sector involve a multitude of agents with responsibilities in the result. Companies, self-workers, the prevention service, the Administration, technicians and workers, among others, are part of the machinery that makes the process work. The result depends on the coordination between all the agents and the fulfillment of their obligations. Determining the perfect fit is complex, but it depends on obtaining good final health and safety results.

Health and Safety, Integration of prevention, Construction Sector, Actions

1. INTRODUCCIÓN

Los altos índices de siniestralidad laboral en el Sector de la Construcción, a pesar de haber tenido una tendencia de ligera disminución en los años de recesión, no dejan de presentar un panorama preocupante, situándose muy por encima de la media europea. España ha sido y continúa siendo el Estado comunitario que cuenta con los más elevados índices de siniestralidad laboral. Aunque tan sólo representa el 9,1 por 100 de la población de la Unión Europea [1], registra el 14,21 por 100 de todos los accidentes de trabajo producidos en ella [2].

En España el Sector de la Construcción presenta índices de

incidencia de accidentes en jornada de trabajo y de accidentes mortales por encima del resto de sectores, y si bien es cierto que durante unos años se ha visto una reducción de los accidentes, sobre todo de los de mayor gravedad (mortales y muy graves), la tendencia de los últimos años se posiciona ante un aumento de los accidentes que hace predecir, por su evolución, una situación alarmante.

Tal y como se puede observar en los Gráficos 1 y 2 la recuperación del Sector a partir del 2013 se acompaña de una subida del índice de incidencia que evoluciona alcanzando en el 2018 un mayor número de accidentes a los ocurridos en 2011 en los que la población activa era mayor.

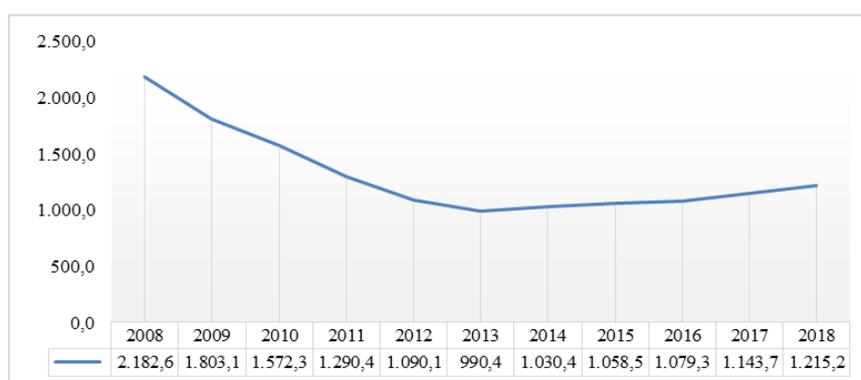


Gráfico 1. Trabajadores Ocupados en el Sector de la Construcción en miles. Fuente INE. Encuesta Población Activa.



Gráfico 2. Índice de incidencia de accidentes en jornada de trabajo con baja en el Sector de la Construcción. Fuente. MESS, Anuario estadísticas.

Estos datos posicionan al sector construcción ante una realidad y es que las acciones que se están llevando a cabo, o no son suficientes, o no son las adecuadas, lo que hace necesario que se empiece a trabajar de forma activa sobre las causas que están dando lugar a los accidentes, priorizando la actuación en los de mayor gravedad.

2. METODOLOGÍA

Basado en las fuentes que han analizado y estudiado las diferentes causas de los accidentes de trabajo, se establece un análisis sobre las mismas, para determinar los fallos y establecer soluciones que anulen o minimicen los índices de

siniestralidad, adoptando medidas reales, prácticas y necesarias en las obras de construcción.

En los estudios realizados por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) sobre el “Análisis de la mortalidad por accidente de trabajo en España” [3], realizados desde el 2005 al 2015 se recogen las causas de los accidentes mortales que han sido investigados por los organismos técnicos correspondientes de las Comunidades Autónomas, donde se dedica un capítulo específico al Sector de la Construcción. En él se estudian y analizan las causas que motivaron los accidentes mortales en dichos periodos de tiempo.

El código de causas original sobre el que se realizaron dichos estudios hasta el 2008 fue elaborado en 2001 por un grupo

de trabajo conformado por los técnicos del INSST y de los Órganos Técnicos de las Comunidades Autónomas. Dicho código ha sufrido modificaciones parciales dando origen al que está siendo utilizado desde el año 2009.

El nuevo sistema de clasificación de las causas de accidentes de trabajo permite su codificación y ordenación para facilitar su análisis y la definición de las medidas preventivas más eficaces, conforme se establece en la tabla 1.

G.1 - CONDICIONES DE LOS ESPACIOS DE TRABAJO	11 Configuración de los espacios de trabajo. 12 Orden y limpieza. 13 Agentes físicos en el ambiente.
G.2 - INSTALACIONES DE SERVICIO O PROTECCIÓN	21 Diseño, construcción, ubicación, montaje, mantenimiento, reparación y limpieza de instalaciones de servicio o protección. 22 Elementos y dispositivos de protección de instalaciones de servicio o protección. 23 Señalización e información de instalaciones de servicio o protección.
G.3 - MÁQUINAS	31 Diseño, construcción, ubicación, montaje, mantenimiento, reparación y limpieza de máquinas. 32 Elementos y dispositivos de protección de máquinas. 33 Señalización e información de máquinas.
G.4 - OTROS EQUIPOS DE TRABAJO	41 Diseño, construcción, ubicación, montaje y limpieza de otros equipos de trabajo. 42 Elementos y dispositivos de protección de otros equipos de trabajo. 43 Señalización e información de otros equipos de trabajo.
G.5 - MATERIALES Y AGENTES CONTAMINANTES	51 Manipulación y almacenamiento de materiales. 52 Productos químicos (sustancias o preparados). 53 Agentes biológicos y seres vivos.
G.6 - ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	61 Método de trabajo. 62 Realización de las tareas. 63 Formación, información, instrucciones y señalización sobre la tarea. 64 Selección y utilización de equipos y materiales.
G.7 - GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN	71 Gestión de la prevención. 72 Actividades preventivas.
G.8 - FACTORES PERSONALES/ INDIVIDUALES	81 Factores de comportamiento. 82 Factores intrínsecos, de salud o capacidades.
G.9 - OTROS	91 Otras causas. 92 Hechos no causales.

Tabla 1. Grupos y subgrupos de causas.

En el actual sistema, se toman en consideración los factores organizativos como requisito fundamental, pues sin ellos es difícil poder analizar el accidente con la suficiente profundidad para garantizar unas medidas correctoras eficaces.

De forma general, es de esperar que en un accidente de trabajo hayan estado presentes características relacionadas al menos con los siguientes elementos: las personas, los lugares de trabajo, los materiales y agentes, los medios técnicos y medios organizativos (incluidos los relativos a la gestión preventiva) [4]. De hecho, en Sectores como el de la Construcción estos factores organizativos son los que marcan la diferencia pues las particularidades de este sector le hacen mucho más vulnerable.

Particularidades como el de una estructura empresarial muy atomizada, en la que un 98,7% del total de las empresas son Pymes, donde se encuentra con la circunstancia de que un 86,3% son microempresas de entre 1 y 9 trabajadores, seguidas del estrato de pequeña empresa (de 10 a 49 trabajadores) con un 12,4%, mientras que las medianas y grandes empresas tan sólo representan un 1,2% y un 0,1% respectivamente [5].

El número de trabajadores de la empresa condiciona sin lugar a duda la modalidad de organización preventiva decidida, lo que hace que el % de empresas que optan por un SPA supere

el 98%. Esta externalización va de la mano de datos preocupantes según la Encuesta anual laboral realizada por el INSST sobre la gestión preventiva de las empresas [6], donde el sector de la construcción se identifica como uno de los sectores que más cumple los requisitos normativos pero que, sin embargo, es uno de los que en mayor porcentaje no establece prioridades y controles de eficacia de las actividades preventivas. El sistema de organización preventiva más habitual del sector, el SPA, parece que limita sus actuaciones a aportar al empresario la documentación necesaria para cumplir formalmente este requerimiento, sin posteriormente participar en el proceso de aplicación e implantación del Plan de Prevención de Riesgos en el centro de trabajo, es decir, en la "propia obra", obligación clave del proceso que traslada al empresario sin que se lleve a cabo su materialización.

No se puede tampoco dejar de resaltar la cantidad ingente de agentes que participan en el proceso, lo que hace más complejo determinar las funciones reales de cada uno de ellos para conseguir los objetivos en materia preventiva. Esto da lugar a que se diluyan las responsabilidades y que, en muchos casos, se confundan las actuaciones que cada uno debe realizar en la obra. De hecho, esto ha dado lugar a que el papel del Servicio de Prevención se difumine y no adquiera el protagonismo que debe tener [7].

A esto se suma el elevado porcentaje de temporalidad de los

trabajadores del sector que asciende al 40,7% según la encuesta de población activa del INE en 2018, temporalidad que distintos estudios asocian a una mayor probabilidad de tener accidentes y de una mayor gravedad de estos [8].

Todos estos estudios junto a las encuestas realizadas sobre las condiciones de trabajo en España, así como diferentes estudios de investigación [9] que analizan las causas y consecuencias de una mala praxis en prevención de riesgos laborales, confirman y reafirman los resultados y las acciones previstas en este artículo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los datos obtenidos en estos estudios entre 2009 y 2015

se ha podido extraer las principales causas de los accidentes mortales en el Sector de la Construcción, en base la clasificación establecida en la NTP 924.

Del total de 211 causas codificadas, se toman como referente las 33 causas que con mayor frecuencia en porcentaje (+1%) de accidente de trabajo mortal, se han producido en el Sector de la Construcción, tal y como figura en la tabla 2. En dicha tabla quedan resaltadas 11 causas que con un porcentaje mayor del 10% han participado en los accidentes mortales del sector a lo largo de estos años.

Colocadas por orden de importancia, sus porcentajes de participación supera 60% sobre el total de las principales causas de accidentes mortales del Sector de la Construcción recogidas en los Estudios del INSST.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Valor sobre el total de años en %
1104	5,0	5,6	3,4	7,2	6,8	3,9	4,2	36,1
6102	5,0	5,2	4,5	4,1		5,3	7,1	31,2
6304	3,0	2,8	3,9	2,3	5		3,4	20,4
7201		4,0		3,6	3,7	4,9	3,8	20,0
8108	2,7		3,4	2,7	3,7	2,9	2,5	17,9
6110		3,4	3,7	3,2	3,1		4,2	17,6
8106	3,5		3,1	4,5	3,7		2,5	17,3
7203	4	2,8	5,4		2,5			14,7
7206	2,2	4				3,4	3,8	13,4
7208		3,4		3,6	2,5		2,9	12,4
7101			3,7	3,2		3,4		10,3
1105				2,7				2,7
1106	4,0		2,5	3,2				9,7
1109						1,5		1,5
1115					2,5	1,9	2,1	6,5
2203						1,5		1,5
3104					1,9			1,9
4103			2,3					2,3
5106			2,5					2,5
6101	2,2						3,4	5,6
6109			2,3					2,3
6402				2,3				2,3
6408					3,1			3,1
7102			2,8					2,8
7105		3,1				2,9		6,0
7202		4,6				2,4	2,5	9,5
7204	4,5		2,0		1,9			8,4
7205							1,7	1,7
7209	3,2			3,6			2,9	6,8
7211				1,8				1,8
8102							1,3	1,3
8103				2,3	3,1	3,4		8,8
9199	3,0							3,0
% sobre el total de 33 causas	42,3	38,9	45,5	50,3	43,5	37,4	45,4	
Valor del total de las 11 causas	25,4	31,2	31,1	34,4	31,0	23,8	34,4	
% sobre el total de las 11 causas	60,0	80,2	68,4	68,4	71,3	63,6	75,8	

Tabla 2. Causas más frecuentes de accidente de trabajo mortal en el Sector de la Construcción. Datos en porcentaje. Fuente: Elaboración propia a partir de los estudios del INSST 2009-2015.

Estas 11 causas pertenecen a 4 de los 9 grupos: G1 *Condiciones de los Espacios de Trabajo*, G6 *Organización del Trabajo*, G7 *Gestión de la Prevención* y G8 *Factores Personales/ Individuales*, siendo 6 de los 25 los subgrupos donde quedan encuadradas: 11 *Configuración de los espacios de trabajo*. 61 *Método de trabajo*, 63 *Formación, información, instrucciones y señalización sobre la tarea*. 71 *Gestión de la prevención*, 72 *Actividades Preventivas* y 81 *Factores de comportamiento*.

Las causas codificadas se corresponden con: 1104 *Ausencia / deficiencia de protecciones colectivas frente a caídas de personas*, 6102 *Método de trabajo inadecuado*, 6304 *Formación/ información inadecuada o inexistente sobre la tarea*, 7101 *Inexistencia o insuficiencia de un procedimiento que regule la realización de las actividades dirigidas a la identificación y evaluación de riesgos, incluidas las referidas a los estudios requeridos en las Obras de Construcción*, 7201 *No identificación del/ los riesgos que han materializado el accidente*, 7203 *No ejecución de medidas preventivas propuestas en la planificación derivada de la evaluación de riesgos*, 7206 *Formación/información inadecuada, inexistente sobre riesgos o medidas preventivas*, 7208 *No poner a disposición de los trabajadores las prendas o equipos de protección necesarios o ser estos inadecuados o mal mantenidos, o no supervisar su correcta utilización*, 8106 *No utilización de equipos de protección individual puestos a disposición por la empresa y de uso obligatorio*, 8108 *Permanencia de algún trabajador dentro de una zona peligrosa o indebida*.

3.1. FACTORES DETERMINANTES

Dentro de todas las causas resultantes podemos ver como la ausencia, deficiencia, inadecuación, inexistencia, insuficiencia, la no identificación, ejecución, utilización o disposición, así como la permanencia en zonas de peligro, son factores determinantes que dan como resultado accidentes mortales.

Si se parte de la premisa de que la realización de cualquier actividad requiere de la planificación, organización y control de su ejecución, para alcanzar el objetivo esperado, es decir de una adecuada gestión del proceso [10], se estará de acuerdo en que las causas antes mencionadas tienen como factor determinante la falta de gestión de las actividades, dando lugar al accidente de trabajo.

La dificultad a la hora de abordar estos factores se presenta en función de la complejidad de las actividades y esta complejidad en función de lo que se tenga que realizar, de cómo deba de hacerse, de cuando tenga que llevarse a cabo y de quien o quienes participen en la misma. Cuanto más complejas sean las actividades más difíciles será su gestión.

En el sector construcción, además, se debe tener muy presente que muchas de las actividades realizadas se consideran peligrosas o con riesgos especiales, al quedar incluidas en el Anexo I del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención

[11], y encuadradas como tales en su disposición adicional undécima a efectos de la coordinación de actividades empresariales.

Siendo así, lo lógico sería definir los procedimientos adecuados para que todas las actividades se planificaran, organizaran y controlaran teniendo en cuenta el qué, el cómo, el cuándo y el quién, en base a la evaluación y valoración del riesgo que esto genera, con las correspondientes medidas a adoptar y el control de su ejecución.

No se trata por tanto de hacer un cumplimiento meramente formal de la normativa, algo totalmente ineficaz [12] y por otra parte perseguido por la última reforma importante de la Ley 31/95 (Ley 54/2003), sino de conseguir hacerla efectiva. Para ello se hace necesario crear procedimientos específicos de obligado cumplimiento que permitan definir la forma de proceder integrando la prevención.

3.2. ACCIONES A LLEVAR A CABO

Partiendo de la base de que todos los agentes que participan en el proceso constructivo son competentes en el ámbito de su actuación, es decir que cuentan con técnicos competentes como proyectistas, dirección facultativa o coordinadores de seguridad, empresas acreditadas como servicios de prevención, empresas contratistas y subcontratistas inscritas en el REA y trabajadores formados en materia de prevención de riesgos en los niveles que a cada uno corresponda, y que por tanto se da cumplimiento a la normativa de prevención, se deben centrar los esfuerzos en acometer acciones que vayan más allá del cumplimiento meramente formal, antes comentado, y que se centren en las unidades de obra que han de ser ejecutadas conforme al proyecto.

No se trata de abordar los Estudios y/o Planes de Seguridad y Salud, documentos que a fecha de hoy resultan ser poco eficaces [9], sino de acometer la actuación en la de obra a través de procedimientos de trabajo que den respuesta a la ausencia, deficiencia, inadecuación, de aquellas medidas que ocasionan los accidentes, ya que es en la obra donde en realidad se pone de manifiesto la falta de prevención.

Sin necesidad de tener que generar más documentos de los imprescindibles y con objeto de facilitar el proceso, los procedimientos que se han de convertir en imprescindibles son tan sólo aquellos que van a permitir identificar actividades específicas en momentos concretos y que ayuden a eliminar o minimizar los riesgos.

- ♦ ORGANIGRAMA PREVENTIVO DE LA OBRA, con la identificación de todos los agentes que participan y de los responsables de seguridad. El mismo permitirá conocer a quién le corresponde acometer actuaciones concretas en materia de seguridad conforme a la normativa y que sea conocido por todos y cada uno de los intervinientes.

- PLANIFICACIÓN PREVENTIVA DE LA OBRA, estableciendo para las distintas actividades la identificación de las empresas y/o trabajadores autónomos que las realizan y los medios y equipos necesarios, tanto para la ejecución como para la seguridad.
- ACTIVIDADES PREVENTIVAS, que la empresa y/o trabajadores autónomos van a tener que llevar a cabo para cada una de las actividades a realizar en la obra.

Estos procedimientos deberán ser tenidos en cuenta por los PROYECTISTAS e incluidos de forma obligada por LOS TÉCNICOS COMPETENTES y/o COORDINADORES DE SEGURIDAD Y SALUD EN FASE DE ELABORACIÓN DEL PROYECTO en la elaboración del EBSS o ESS, de forma que quede perfectamente definido el modelo preventivo que se querrá aplicar a la obra y la gestión del mismo.

En el momento que LAS EMPRESAS que vayan a ejecutar la obra sepan las actividades que van a tener que realizar estas podrán definir de forma definitiva cómo lo van a ejecutar, cuando y quienes lo llevaran a cabo, momento en el que los TRABAJADORES DESIGNADOS o LOS TÉCNICOS DEL SERVICIO DE PREVENCIÓN **podrán definir los procedimientos más adecuados** en función de los medios y recursos con los que se cuente.

En el caso de que la actividad la lleve a cabo un TRABAJADOR AUTÓNOMO será el propio autónomo quien **defina el procedimiento más adecuado** en función de los medios y recursos con los que cuente.

En cuanto a las actividades que requieran de la presencia de un RECURSO PREVENTIVO se crearán procedimientos específicos priorizando los mismos a la hora de su evaluación.

Estos procedimientos tendrán que ser supervisados y aprobados por EL COORDINADOR DE SEGURIDAD EN FASE DE EJECUCIÓN, de forma que en los mismos prioricen los principios de acción preventiva y se tenga en cuenta la coordinación entre actividades.

En consonancia con el objetivo final que persiguen todos los procedimientos, la seguridad y salud de los TRABAJADORES, estos deberán ser consultados e informados con la antelación suficiente de forma que puedan conocer en todo momento la forma de proceder.

En todo este proceso ocupan un papel importante tanto la AUTORIDAD LABORAL como la INSPECCIÓN DE TRABAJO Y

SEGURIDAD SOCIAL obligando en el cumplimiento de la aplicación de los procedimientos.

4. CONCLUSIONES

Tal y como se ha podido comprobar, el sector de la construcción presenta índices de incidencia de accidentes con incrementos recurrentes. Parece que la nueva cultura preventiva impuesta en España no ha terminado de ser lo efectiva que se pretendía. Frente a las numerosas obligaciones y a la importante gestión preventiva requerida, con aporte de no menos importante documentación, la realidad del día a día de las obras es reiterativa. En el periodo estudiado (2009-2015) persisten unas condiciones materiales básicas inadecuadas, adversas (1104 *Ausencia /deficiencia de protecciones colectivas frente a caídas de personas*), para el trabajador. Algo tan básico como la existencia de la protección prevista no está garantizada. Además, la segunda causa se aproxima a un entorno en el que se trabaja de una manera inadecuada (6102 *Método de trabajo inadecuado*) y además con trabajadores que tienen escasa o nula información sobre el método correcto de realizar los trabajos (6304 *Formación/información inadecuada o inexistente sobre la tarea*).

Las soluciones al problema deben pasar fundamentalmente por “conectar” el entorno de obligaciones de gestión que no llegan a materializarse en obra, con las condiciones materiales reales existentes en las mismas.

Para conseguir estos objetivos el sistema de gestión de cada empresa debe adaptar los procedimientos previstos a nivel general a las particularidades específicas de cada obra, debiendo establecer procesos de trabajo específicos de forma segura, estratificada y secuencial, por ejemplo una serie de procesos que ya figurasen en el Convenio General del Sector, hasta procesos más concretos por tipología de obra, oficio, tipo de empresa. Estos procedimientos deberán estar adaptados y ser comprensibles por todos los agentes implicados, para que la integración de la prevención se realice de forma real y eficaz.

5. BIBLIOGRAFÍA

[1] Eurostat, “Population on 1 January”, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-datasets/-/TPS00001>. [Accedido: 24-ene-2020]

¹ R.D. 171/2004. Artículo 10. Deber de vigilancia del empresario principal. 2. Antes del inicio de la actividad en su centro de trabajo, el empresario principal exigirá a las empresas contratistas y subcontratistas que le acrediten por escrito que han realizado, para las obras y servicios contratados, la evaluación de riesgos y la planificación de su actividad preventiva.

² R.D. 1627/1997. Artículo 8. Principios generales aplicables al proyecto de obra. 1. De conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los principios generales de prevención en materia de seguridad y de salud previstos en su artículo 15 deberán ser tomados en consideración por el proyectista en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto de obra....

³ R.D. 39/1997 Artículo 19. Funciones de las entidades especializadas que actúen como servicios de prevención. 2. Las entidades asumirán directamente el desarrollo de aquellas funciones señaladas en el artículo 31.3 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, que hubieran concertado y contribuirán a la efectividad de la integración de las actividades de prevención en el conjunto de actividades de la empresa y en todos los niveles jerárquicos de la misma. Artículo 20. Concierto de la Actividad Preventiva. 1. d) La obligación del servicio de prevención de realizar, con la periodicidad que requieran los riesgos existentes, la actividad de seguimiento y valoración de la implantación de las actividades preventivas derivadas de la evaluación.

- [2] Eurostat, "Accidents at work". [En línea]. Disponible en: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Accidents_at_work_statistics. [Accedido: 24-ene-2020]
- [3] INSHT, "Análisis cualitativo de la mortalidad por accidente de trabajo en España", Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid, España, 2016.
- [4] A. Fraile, *Causas de accidentes: clasificación y codificación*, NTP 924, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid, España, 2011.
- [5] "Informe sobre el Sector de la Construcción 2018", Observatorio Industrial de la Construcción.
- [6] INSSST, "La gestión preventiva en las empresas en España. Análisis del módulo de prevención de riesgos laborales de la "Encuesta anual laboral 2016"", Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid, España, 2018.
- [7] M. Segarra Cañameres, "Integración de la prevención de riesgos laborales en las pymes del sector de la construcción", tesis doctoral, Universidad de Castilla-La Mancha, España, 2015.
- [8] I. García y V. Montuenga, "Determinantes de la siniestralidad laboral en España", Fundación Economía Aragonesa, Zaragoza, 2004
- [9] B. M. Villena Escribano, "Análisis y diagnóstico evolutivo de la integración de la gestión preventiva en los planes de seguridad y salud", tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, España, 2019.
- [10] INSHT, "Guía técnica para la integración de la prevención de riesgos laborales en el sistema general de gestión de la empresa". Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid, España, 2015.
- [11] Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Boletín Oficial del Estado, 256, 25/10/1997.
- [12] M. Segarra, B.M. Villena, M.N. González, Á. Romero y Á. Rodríguez, "Occupational risk-prevention diagnosis: A study of construction SMEs in Spain", *Safety Science*, vol. 92, pp. 104-115, 2017.

WHAT DO YOU THINK?

To discuss this paper, please submit up to 500 words to the editor at 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.

DHW + PV: Use of self-consumption photovoltaic surpluses to generate domestic hot water

ACS + FV: Aprovechamiento de excedentes de fotovoltaica de autoconsumo para la generación de agua caliente sanitaria

OLIVER STYLE

Praxis Resilient Buildings
oliver@praxis-rb.com

VICENÇ FULCARÀ

Progetic.
vfulcara@progetic.com

BEGA CLAVERO

Praxis Resilient Buildings
bega@praxis-rb.com

The implementation of a self-consumption photovoltaic installation in a single-family house with Passivhaus Classic certification is presented. In this case the surpluses of photovoltaic production are diverted to an electrical resistance in the Sanitary Hot Water tank. The system converts electrical energy that is not self-consumed in the home, into thermal energy in the DHW tank for later use. Consumption derived from ACS is often higher than air conditioning in a Passive House, so a solution of this type reduces the energy bill and takes advantage of a renewable energy source to produce hot water, avoiding many of the maintenance problems that solar thermal energy systems usually suffered.

Photovoltaic, Domestic hot water, Passivhaus, NZEB.

Se presenta la implementación de una instalación fotovoltaica de autoconsumo en una vivienda unifamiliar con certificación Passivhaus Classic, en donde se desvían los excedentes de la producción fotovoltaica a una resistencia eléctrica en el depósito de Agua Caliente Sanitaria. El sistema convierte la energía eléctrica que no se autoconsume en la vivienda, en energía térmica en el depósito de ACS para su uso posterior. Los consumos derivados del ACS son a menudo superiores a los de climatización en una Passivhaus, así que una solución de este tipo reduce la factura energética y aprovecha una fuente de energía renovable para producir agua caliente, evitando muchos de los problemas de mantenimiento que suelen sufrir los sistemas de energía solar térmica.

Fotovoltaica, ACS, Passivhaus, Edificios de consume casi nulo.

1. INTRODUCCIÓN

En comparación con edificios convencionales, los edificios Passivhaus monitorizados demuestran una reducción muy importante en los consumos de climatización y electricidad [1]. Este hecho mejora la viabilidad económica de generar energía renovable in-situ con la fotovoltaica, ya que se necesita un generador de menor potencia y menor superficie en cubierta, que siempre es un limitante. A la vez, la reducción de los consumos de calefacción y refrigeración también pone en relieve la importancia de atacar el consumo de Agua Caliente Sanitaria, con las altas pérdidas que conlleva su producción, almacenamiento, distribución y recirculación [2]. En un país con un recurso solar inmenso, volcar los excedentes de la producción fotovoltaica de autoconsumo a una resistencia eléctrica en el depósito de ACS es una manera de aumentar el aprovechamiento de la fotovoltaica y reducir la factura por ACS usando

energías renovables. Se presenta la implementación de esta solución en una vivienda situada en la ciudad de Girona, diseñada por Tigges Architekt y Energiehaus Arquitectos, que consta de 181 m² de superficie útil. La obra se terminó en agosto del 2017, recibiendo la certificación Passivhaus Classic en diciembre del mismo año (Figura 1a y Figura 1b).



(a)



(b)

Fig. 1. (a) vista de la fachada sur de la vivienda y (b) vista de la fachada este de la vivienda.

2. METODOLOGÍA

2.1 EL ACS, SUS PÉRDIDAS Y LA FACTURA ENERGÉTICA

Aún con un sistema de ACS bien diseñado, altamente aislado y correctamente ejecutado, las pérdidas siguen siendo importantes. Se ha realizado una serie de cálculos con el PHPP de la vivienda, para determinar las demandas, los consumos (tomando en cuenta el rendimiento de la bomba de calor) y la factura energética. Para el cálculo de la factura energética, el precio ponderado de la energía de la red se ha calculado en 0,21 €/kWh. Adicionalmente, se ha hecho un análisis de la demanda de ACS y las pérdidas por categoría. La Tabla 1, Tabla 2, y Figura 2 y Figura 3 muestran los resultados.

Se aprecia que el consumo de ACS aparece como el segundo más importante, un 34 % del total. Respecto a la demanda de ACS y las pérdidas, tan solo un 33% se debe a la demanda propiamente, y 67 % a las pérdidas, de lo cual un 44 % es por la recirculación, un 18 % por las tuberías individuales, y un 5 % por el depósito. El consumo total anual previsto para ACS es de 1.764 kWh, siendo una media de 147 kWh/mes.

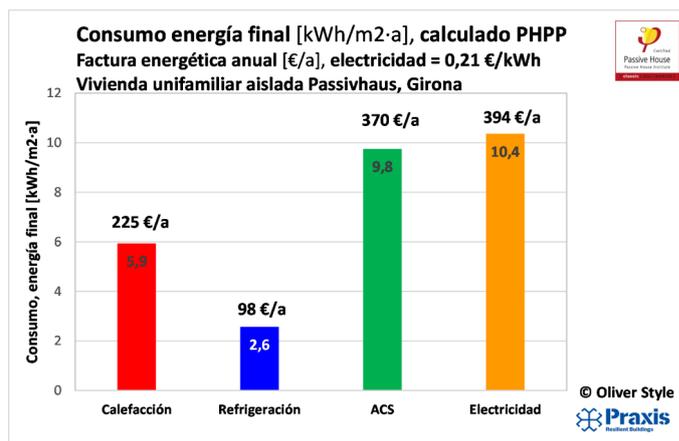


Fig. 2. Consumo de energía final & factura energética por categoría, calculado con el PHPP.

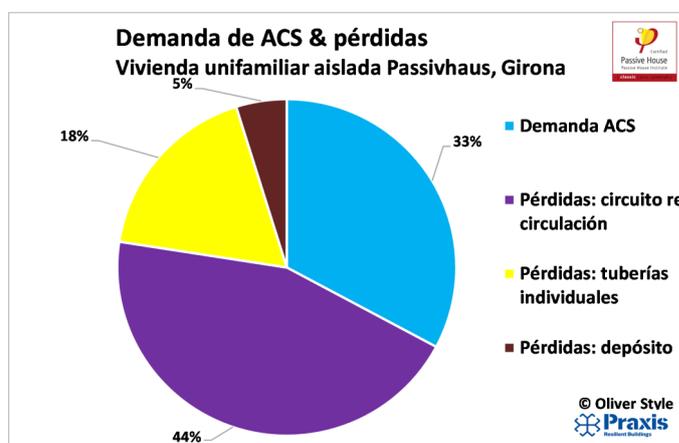


Fig. 3. Demanda de ACS y pérdidas.

	Demanda [kWh/m ² ·a]	Consumo [kWh/m ² ·a]	Consumo [kWh/a]	Factura [€/a]	Factura [% del total]
Calefacción	9,2	5,9	1073	225	21%
Refrigeración	3,3	2,6	465	98	9%
ACS	27,1	9,8	1764	370	34%
Electricidad	10,4	10,4	1875	394	36%
TOTAL	50,0	28,6	5176	1.087	100%

Tabla 1. Demanda, consumo y factura energética prevista por categoría, según el PHPP.

	kWh/m ² ·a	%
Demanda ACS	9	33%
Pérdidas: circuito recirculación	12	45%
Pérdidas: tuberías individuales	5	18%
Pérdidas: depósito	1	5%
Demanda total ACS	27	

Tabla 2. Demanda de ACS y pérdidas, según el PHPP.

2.2 FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO CON PRODUCCIÓN DE ACS

El sistema que incorpora lo siguiente: un generador fotovoltaico con 12 módulos policristalinos de 265 W potencia nominal y una potencia pico de 3,18 kW_p, inclinados a 17°, orientados perfectamente a sur (Figura 3a). El inversor es de 3kW (Figura 3b).

El principal equipo de producción de ACS es una bomba de calor aire-agua de 6kW de potencia nominal, con un depósito de ACS de 500 litros, y una resistencia eléctrica de 3 kW (Figura 4a). La producción de ACS es instantánea.

Hay un sistema de control que monitoriza el consumo de electricidad de la casa y la producción fotovoltaica (Figura 4b), enviando excedentes de la producción que no se consume de manera instantánea, a la resistencia eléctrica en el depósito de ACS. La potencia de la resistencia se modula a través de un regulador de tensión, debido a que la potencia de salida del generador fotovoltaico varía continuamente según el nivel de radiación solar, y el excedente disponible depende del consumo de electricidad momentáneo de la vivienda.



Fig. 3. (a) Vista del generador fotovoltaico de 3,18 kWp y (b) Inversor de 3kW.

2.3 DATOS DE MONITORIZACIÓN

Los datos de monitorización para el año 2019 se muestra en la Tabla 1. Se puede constatar que se generó un 35% del consumo total con la fotovoltaica, y un 17% del consumo total se desvió para la producción de ACS. La Figura 6 muestra la evaluación horaria durante el día 3 de junio, de la generación fotovoltaica, la producción de ACS con los excedentes de la fotovoltaica, y el consumo eléctrico total la vivienda. La Figura 7 muestra lo mismo para el día 5 de junio, pero se aprecia además la temperatura del agua del ACS en el depósito, y el consumo de la bomba de calor.



Fig. 4. (a) Unidad exterior, unidad interior & depósito de ACS con resistencia eléctrica de 3 kW y (b) Cuadro de control y domótica.

	kWh/a	%
Consumo eléctrico 2019	7947	100%
Generación fotovoltaica 2019	2751	35%
Generación FV para ACS 2019	1331	17%

Tabla 3: Datos de monitorización del 2019.

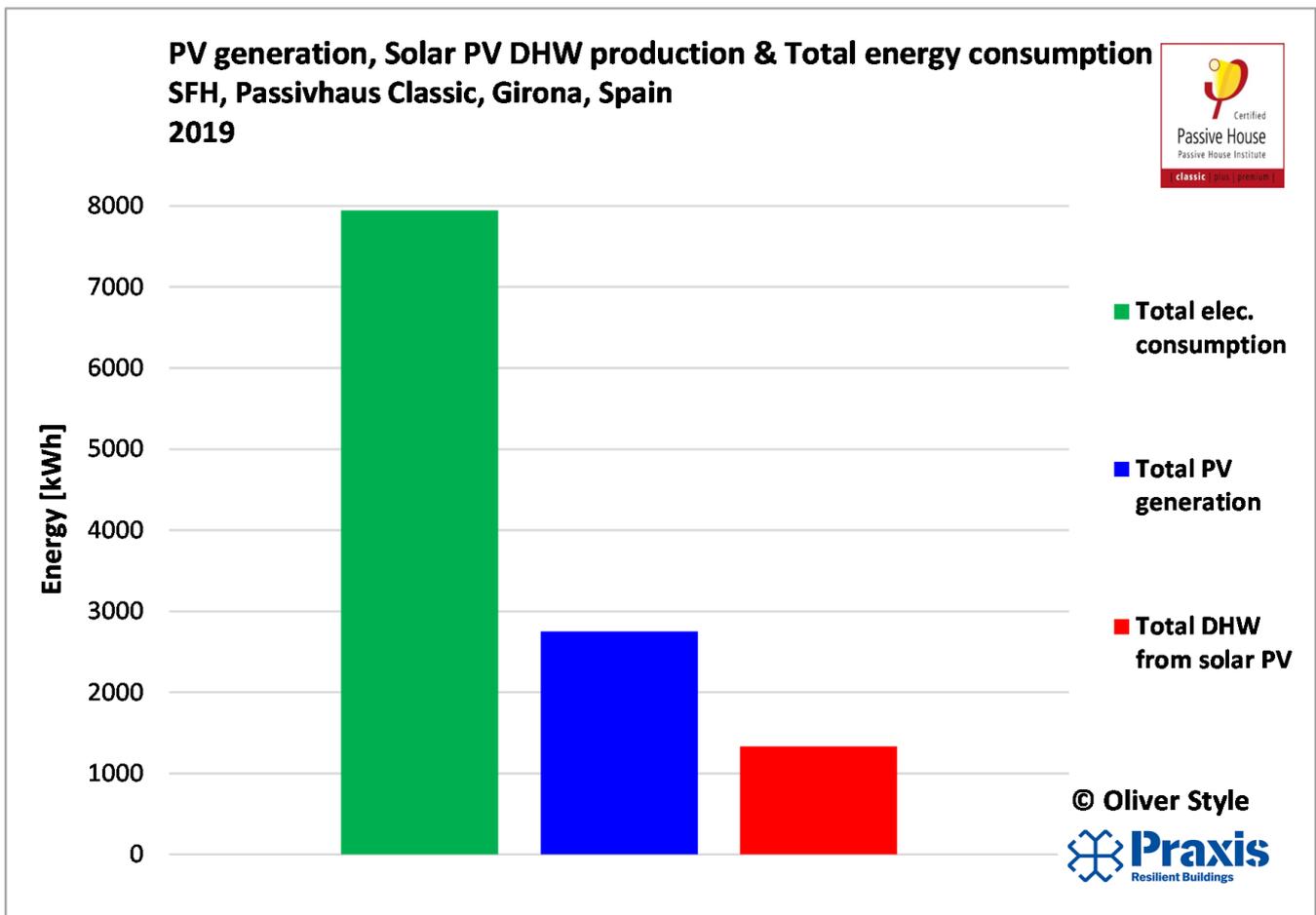


Fig. 5. Datos de monitorización del 2019.

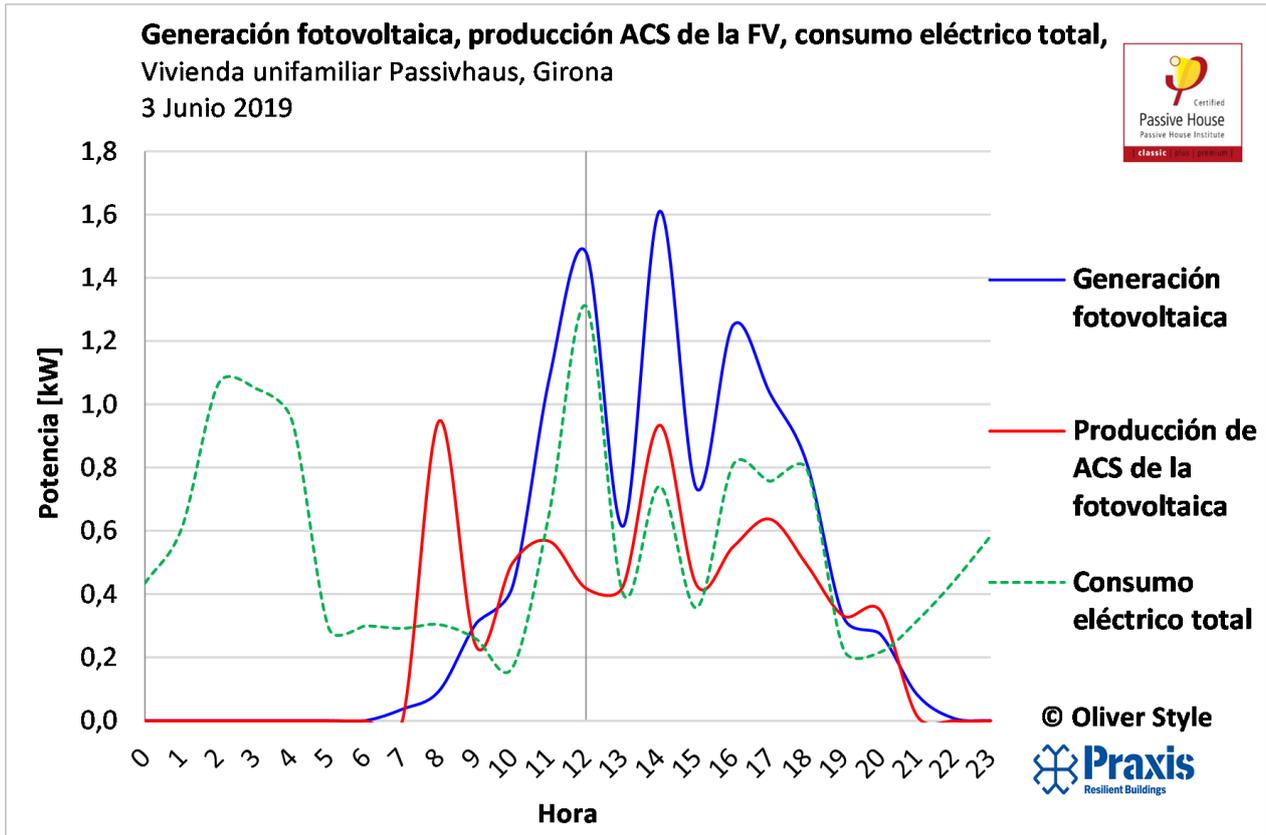


Fig. 6. Datos de monitorización del 3 Junio 2019.

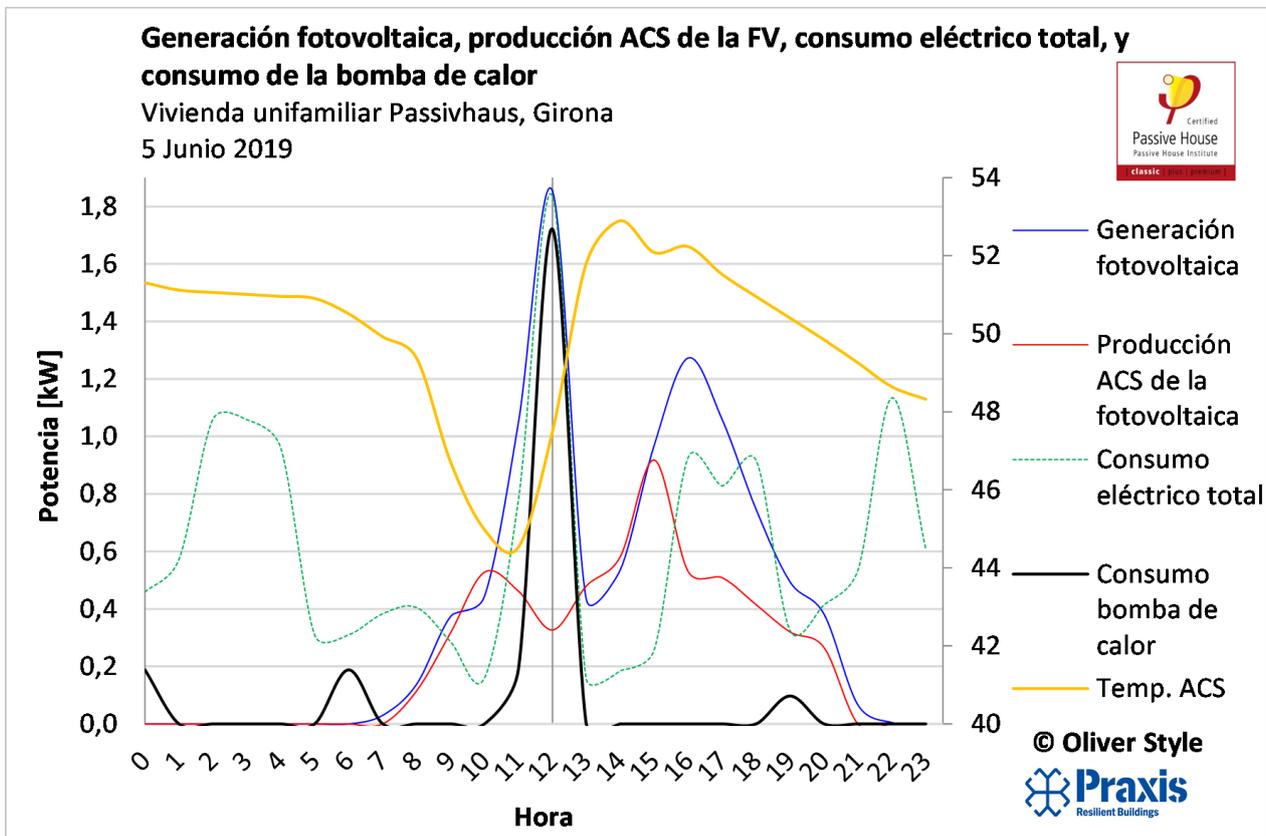


Fig. 7. Datos de monitorización del 5 Junio 2019.

3. CONCLUSIONES

Passivhaus se complementa muy bien con la generación de energía renovable in-situ mediante la fotovoltaica, y responde a la principal definición de un edificio de consumo casi nulo según la Directiva Europea 2010/31/EU, de un “edificio con un nivel de eficiencia energética muy alto (...). La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida in situ o en el entorno” [3]. A través del caso presentado, se aprecia lo siguiente:

Es necesario prestar especial atención a los consumos de ACS en una Passivhaus, que a menudo superan los consumos de climatización.

El importante peso de las pérdidas en el sistema de ACS por recirculación requiere su control para que solo se recircule cuando hay ocupación.

Con un generador fotovoltaico de autoconsumo de $\sim 3\text{kWp}$ y buena orientación e inclinación, es posible cubrir aproximadamente un 15% del consumo de ACS anual. Si hay una sola bomba de calor para la producción de ACS y refrigeración, esto libera la bomba de calor de tener que producir calor para calentar agua en verano, dejándola para la producción de frío únicamente. La histéresis puede ser de unas 3 horas entre que produce calor a que produzca frío, cosa que puede incidir en el sobrecalentamiento de la vivienda.

4. BIBLIOGRAFÍA

[1] Feist W., Peper S., 2015, “Energy efficiency of the Passive House Standard: Expectations confirmed by measurements in practice”. Passive House Institute Dr. Wolfgang Feist, Rheinstraße 44/46, 64283 Darmstadt, Alemania.

[2] Grant N., Clarke A., 2010, “The importance of hot water system design in the Passivhaus”. Elemental Solutions, Withy Cottage, Little Hill, Orcop, Hereford, HR2 8SE, Reino Unido.

[3] Parlamento Europeo, 2010, “DIRECTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición)”.

WHAT DO YOU THINK?

To discuss this paper, please submit up to 500 words to the editor at 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

Building & 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. 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).

Building & 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. 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/

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/

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

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. 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 considered 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 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

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. 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 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 GRAPHICS

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 solo 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.

3.1.2. 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.

3.1.3. 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.

3.1.4. 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
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.

3.1.2. 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.

3.1.3. 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.

3.1.4. 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
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

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

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

