VI Congreso EECN
Edificios Energía Casi Nula
Madrid, 23 Octubre 2019

LIBRO DE COMUNICACIONES Y PROYECTOS

ORGANIZA:

GRUPOTECMARED

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE FOMENTO

COMUNICA:

CONSTRUIBLE.es
Todo Sobre Construcción Sostenible

APOYO INSTITUCIONAL:

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

IDAE

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

oecc

MADRID

VI Congreso EECN
Edificios Energía Casi Nula
Madrid, 23 Octubre 2019

LIBRO DE COMUNICACIONES Y PROYECTOS EECN

VI Congreso Edificios Energía Casi Nula

23 Octubre 2019

Organizado por:

GRUPOTECMARED

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

Editado por:

Grupo Tecma Red S.L.
C/ Jorge Juan 31, 1º izqda.
28001 Madrid, España
Tel: (+34) 91 577 98 88

Email: info@grupotecmared.es
Web: www.grupotecmared.es

ISBN: 9781692234782
Copyright: © 2019 Grupo Tecma Red S.L.

Todos los derechos reservados por Grupo Tecma Red S.L. Queda prohibida la reproducción total o parcial de todos los contenidos de este libro bajo cualquier método incluidos el tratamiento digital sin la previa y expresa autorización por escrito de Grupo Tecma Red S.L.

INTRODUCCIÓN – MINISTERIO DE FOMENTO

La celebración de los Congresos de Edificios de Energía casi Nula siempre ha servido como foro de reflexión obligado sobre el trayecto recorrido en el proceso de definición de los edificios de energía casi nula y sobre el camino que queda por avanzar, por lo que este Sexto Congreso no podía ser diferente. En el momento en que nos encontramos podemos afirmar que los edificios de energía casi nula ya son una realidad, así nos lo demuestran los ejemplos reales de edificios terminados y en uso, presentados en los últimos congresos. Observamos que el sector de la construcción ha asumido el objetivo de la mejora de eficiencia energética con convencimiento. Es un sector preparado para enfrentar las exigencias derivadas de la próxima publicación del nuevo DB HE del Código Técnico de la Edificación. Con ello se incorporarán al parque, edificios con un comportamiento energético óptimo, en línea con la ruta marcada por las últimas directivas europeas.

Sin embargo, no podemos caer en el error de pensar que el hecho de que se haya demostrado que se pueden construir edificios de consumo de energía casi nulo y que, además, estos puedan tener un nivel de arquitectura excelente, quiera decir que esté ya todo el camino recorrido, ya que sabemos que el objetivo que marca Europa es muy ambicioso. Existe una apuesta clara hacia una Europa descarbonizada en el año 2050, lo que supone para nuestro sector, la transformación del parque edificado existente en un parque inmobiliario con alta eficiencia energética y con una fuerte implantación de renovables antes de 2050, reto nada fácil de conseguir, ya que, como bien sabe el sector, la rehabilitación sigue siendo la asignatura pendiente. Esta rehabilitación del parque, dado el deficiente estado en el que se encuentra gran parte del mismo, debe ser contemplada, no solo desde la esfera de la eficiencia energética, sino desde la mejora de la habitabilidad y del confort de los usuarios y como una componente más de la sostenibilidad medioambiental, lo que supondrá nuevos retos que condicionarán también el futuro de la edificación.

La celebración de este Congreso coincide temporalmente con un proceso de participación pública que se ha iniciado desde la Dirección General de Arquitectura, como instrumento de diálogo, dentro del proceso de revisión de la Estrategia de Renovación a largo plazo del parque edificado, cuyo alcance se ha ampliado notablemente mediante la aprobación de la Directiva 2018/844 del Parlamento Europeo y del Consejo. Esperamos que este proceso participativo nos permita analizar cuáles siguen siendo las barreras que impiden aumentar el número de viviendas rehabilitadas al año y, al mismo tiempo, podamos conocer aquellas experiencias positivas de rehabilitación que han funcionado y cuáles son las razones de su éxito.

En cuanto al camino que queda por recorrer tenemos algunas incertidumbres, pero también bastantes certezas, ya que Europa va marcando algunos hitos importantes que ayudan a intuir hacia donde se deben dirigir los esfuerzos del sector, en relación con este aspecto, cabe mencionar la apuesta clara desde la Comisión Europea por una movilidad más sostenible.

Tampoco podemos dejar de mencionar un cambio normativo importante que se ha producido en nuestro país como es la aprobación del RD 244/2019 por el que se regulan las condiciones técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, real decreto que ha habilitado, entre otros aspectos, el autoconsumo colectivo, y al mismo tiempo ha reducido los trámites administrativos. Ambas cuestiones han llevado al Ministerio de Fomento a abrir un nuevo un proceso de modificación del DB HE del CTE para introducir una nueva sección dedicada a las dotaciones para la recarga de vehículos en los edificios y para fomentar el autoconsumo en la edificación.

Estos cambios mencionados, encaminados hacia el uso de una energía cada vez más renovable, hacia el autoconsumo individual o compartido y hacia el fomento de la electromovilidad, así como la creciente importancia de la economía circular, concepto también impulsado por la Comisión Europea, nos llevan a pensar que para alcanzar los objetivos propuestos hay que alejar el foco del edificio y tener una visión más global, por lo que debemos pasar a considerar el edificio dentro de su entorno energético y otorgar una creciente importancia a actuaciones de regeneración urbana en los cascos volviendo así a un modelo de mayor compactación. También debemos reflexionar sobre otras cuestiones que están surgiendo acerca de la relación del edificio con la energía, como los distritos energéticos, el análisis de la energía embebida en materiales y en procesos y un nuevo enfoque en la gestión de residuos y la optimización de recursos, como el agua, la reparación y reciclabilidad, y la gestión de uso.

Como vemos son múltiples los retos que se abren ante nosotros, muchos de los cuales, con toda seguridad serán abordados en este VI Congreso Edificios Energía casi Nula al cual auguramos un gran éxito.

Finalmente, no podemos dejar de mencionar el reciente premio COAM 2019 que ha sido concedido al Congreso de Edificios de Energía Casi Nula en la categoría de Iniciativa ejemplar, por el que felicitamos al Grupo Tecma Red, felicitación que queremos hacer extensiva a los patrocinadores, colaboradores y participantes que durante tantos años han hecho posible la celebración de estas jornadas y al mismo tiempo, también nos congratulamos como coorganizadores del mismo. Este premio viene a reconocer el importante papel que juega el Congreso como foro de encuentro profesional en la materia, que permite generar y compartir conocimientos y experiencias entre profesionales de muy diferentes perfiles, organizaciones y empresas y que nos ha facilitado el trabajo de abordar los retos que no se nos han ido presentando y que con toda seguridad nos ayudará a tomar decisiones en el futuro.

Francisco Javier Martín Ramiro
Director General de Arquitectura, Vivienda y Suelo
Ministerio de Fomento

INTRODUCCIÓN – GRUPO TECMA RED

El principal objetivo del VI Congreso Edificios Energía Casi Nula es abordar el futuro de la edificación en España, con una visión práctica y enfocada en nuestros compromisos a 2050, para ayudar a definir y prever cómo será la evolución del sector inmobiliario en los próximos años. El 23 de octubre de 2019, La Nave del Ayuntamiento de Madrid acoge de nuevo el evento, organizado por Grupo Tecma Red y el Ministerio de Fomento, a través de su Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo.

La celebración de esta sexta edición del Congreso se realiza en un momento clave ante el compromiso europeo en 2020 y supone un punto de inflexión respecto a ediciones anteriores, dada la inminente aprobación del Real Decreto por el que se modificará el Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación para adaptarlo a los objetivos de Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo (EECN) en nuestro país. En este momento, hay que analizar cómo seguir planteando esa dinámica dentro de la rehabilitación del parque edificatorio existente y dar un paso más, incidiendo en la mejora de nuestros edificios en otros ámbitos, además de en la eficiencia energetica.

En esta línea, el programa del Congreso se iniciará con la Conferencia Magistral “Después del Edificio de Consumo de Energía Casi Nulo. Una visión a futuro con el objetivo 2050”, a cargo de los máximos representantes de la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo del Ministerio de Fomento, donde se esbozarán los nuevos cambios normativos necesarios para adaptarnos a los requerimientos europeos y las tendencias mundiales.

En el espacio para el debate, las tres Mesas Redondas de este año plantean muchas de las cuestiones clave antes citadas. La primera de ellas reflexiona sobre si estamos preparados para afrontar esos “Retos de futuro del sector de la Edificación y la Ciudad en España”, tratando aspectos relacionados con cambio climático, implicaciones sociales y viabilidad económica, así como las relaciones intersectoriales de la edificación y la energía en edificios y ciudades. La segunda Mesa Redonda centrada en “Rehabilitación y Edificio de Consumo de Energía Casi Nulo: una oportunidad para la generación de valor económico, social y medioambiental”, desglosa experiencias reales, propone estrategias y sugiere nuevos modelos de financiación e inversiones. Y, por último, la economía circular será protagonista en la tercera Mesa Redonda “Sostenibilidad en la Edificación más allá de la Energía: iniciando el camino hacia la Economía Circular”, con temas como la energía embebida, los materiales, la gestión de residuos y recursos, el ciclo del agua, la reparación y reciclabilidad, y la gestión de uso.

La exposición de 12 ponencias orales, seleccionadas por el Comité Técnico de entre las 61 propuestas recibidas en el llamamiento de Comunicaciones y Proyectos EECN, completa el programa del Congreso. Cuatro de ellas nos permiten profundizar en Proyectos de Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo con usos diversos, que se encuentran en obra o ya construidos, de la mano de sus arquitectos y promotores, como el Centro Integral de Transporte de Madrid, edificios de vivienda social, de oficinas o deportivos. El resto tocan temáticas diversas relacionadas con los EECN como: Alta Eficiencia Energética en Alquiler Público, Distritos de Energía Positiva, Rehabilitación de Barrios, Metodologías de Coste Óptimo, Experiencias de Usuarios Finales, Gemelos Digitales BIM y Sistemas de Climatización de futuro, entre otros.

El Programa del Congreso se ha definido a partir de un llamamiento a la presentación de propuestas por parte de profesionales relacionados con todos los ámbitos en el sector. El material recibido ha sido valorado por un Comité Técnico de expertos, representantes de: Ministerio de Fomento, IDAE, OECC, FEMP, CIEMAT, INCASOL, IETcc, CSCAE, CGCOII, CGATE, CICCP, CAF Madrid, AVS, CENER, CARTIF, ATECYR, PTE-ee, IFMA ESPAÑA, CEPCO, ANDIMAT, ASEFAVE, AFEC, CONAIF, AEDICI, Fundación Laboral de la Construcción, GBCE, AETIR, CECU, ACA, PEP, Solartys, Siber Ventilación y Grupo Tecma Red.

Destacar también la participación e implicación de un gran número de entidades colaboradoras del Congreso a los que agradecemos sus sugerencias y aportaciones: a3e, ACA, ADHAC, AEA, AECCTI, AEDICI, AEDIP, AETIR, AFEC, AFELMA, AFME, AHK, AIPEX, AISLA, AMI, ANAIP, ANAPE, ANDIMAT, ANERR, ANESE, ANFAPA, ASA, ASEFAVE, ASHRAE Spain Chapter, ASIT, ASPRIMA, ATECYR, AUS, AVEBIOM, AVS, BREEAM ES, BuildingSMART Spanish Chapter, Building Youngs, CARTIF, CDTI, CECU, CEDOM, CEEC, CENER, CEPCO, CICCP, CIEMAT, CIRCE, CNI, COIIM, CAF MADRID, COIT, COGITT/AEGITT, CSCAE, CGCOII, CGATE, COGEN ESPAÑA, CONAIF, DOMOTYS, EFENAR, EMVS, ENACE, ENERAGEN, ENERGYLAB, EURECAT, F2E, FECOTEL, FENIE, FENITEL, FUNDACIÓN LABORAL DE LA CONSTRUCCIÓN, GBCE, HISPALYT, IFMA, IMDEA Energía, INNOVARCILLA, INST. CC. EDUARDO TORROJA, IVE, IPUR, IREC, ITH, Asociación KNX, Fundación

LA CASA QUE AHORRA, LEITAT Centro Tecnológico, Madrid Network, PEP, PTE-ee, SECARTYS, SMARTLIVINGPLAT, SOLARTYS, TECNALIA y UNEF.

Además de un excelente programa de contenidos, durante el evento también podemos descubrir, gracias al asesoramiento de empresas líderes en la materia, las soluciones constructivas, los sistemas, las instalaciones y los servicios más innovadores para conseguir Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo. Las empresas que nos apoyan en esta edición son:

- Patrocinio Platino: Siber Ventilación
- Patrocinio Oro: BAXI, BMI Group, CoHispania, Danosa, Kömmerling, Saint-Gobain, Sika y Soler&Palau
- Patrocinio Plata: Aldes, Junkers-Bosch, Saunier Duval, Vaillant y Veka
- Patrocinio Bronce: LafargeHolcim y URSA

Nuestro agradecimiento a todos los antes citados, sin olvidarnos del Ayuntamiento de Madrid, o el Ministerio para la Transición Ecológica, a través de la Oficina Española de Cambio Climático y del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía IDAE, apoyos institucionales del Congreso.

Gracias también al ecosistema profesional multidisciplinar asistente a este VI Congreso de Edificios Energía Casi Nula, conformado por agentes clave y con capacidad de decisión en el sector, por querer formar parte del evento anual referencia disfrutando del mejor networking con representantes de la Administración, Organizaciones, Profesionales y Empresas líderes en iniciativas, proyectos y servicios relacionados con el sector de la Eficiencia Energética y la Sostenibilidad en la Edificación.

Y, por supuesto, gracias a todo el gran equipo de Grupo Tecma Red que hace posible que el Congreso de Edificios Energía Casi Nula siga siendo una referencia en España.

Y finalmente, nos alegra compartir que, en este mes de octubre, el Congreso de Edificios de Energía Casi Nula ha recibido un Premio COAM 2019 en la categoría de “Iniciativas ejemplares en relación con la Arquitectura”. Agradecemos al Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid este reconocimiento a la trayectoria de todos estos años, que ha implicado a miles de profesionales sin los que este éxito no hubiera sido posible. ¡Enhorabuena a todos!

Madrid, Octubre 2019

Inés Leal
Arquitecta
Directora VI Congreso Edificios Energía Casi Nula

MIEMBROS COMITÉ TÉCNICO

- **Luis Vega**, Subdirector General de Arquitectura y Edificación, Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, Ministerio de Fomento
- **Raúl Valiño**, Jefe de Servicio, Área de Edificación Sostenible, Subdirección General de Arquitectura y Edificación, Ministerio de Fomento
- **Raquel Lara**, Consejera Técnica Área Habitabilidad y Sostenibilidad, Subdirección General Arquitectura y Edificación, Dirección General Arquitectura, Vivienda y Suelo, Ministerio de Fomento
- **Eduardo de Santiago**, Consejero Técnico, Subdirección General de Políticas Urbanas, Dirección General Arquitectura, Vivienda y Suelo, Ministerio de Fomento
- **Fernando García**, Jefe Departamento Doméstico y de Edificios, Dirección Ahorro y Eficiencia Energética, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE
- **Aitor Domínguez**, Responsable de Proyectos, Departamento Doméstico y de Edificios, Dirección Ahorro y Eficiencia Energética, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE
- **Eduardo González**, Subdirector General de Coordinación de Acciones frente al Cambio Climático, Oficina Española de Cambio Climático, OECC, Ministerio para la Transición Ecológica
- **Ramón López**, Jefe Servicio, Oficina Española de Cambio Climático, OECC, Ministerio para la Transición Ecológica
- **Marta Rodríguez**, Secretaria de la Comisión de Urbanismo, Vivienda y Patrimonio Histórico, Federación Española de Municipios y Provincias, FEMP
- **Rosario Heras**, Jefa de la Unidad de Eficiencia Energética en la Edificación, CIEMAT
- **José Antonio Ferrer**, Jefe Grupo Investigación sobre Análisis Energéticos Urbanos, Unidad de Eficiencia Energética en la Edificación, CIEMAT
- **Fernando Aranda**, Coordinación Técnica, Innovación y Eficiencia Energética, INCASOL, Generalitat Cataluña
- **Juan Queipo de Llano**, Responsable de Unidad Calidad Construcción, IETcc-CSIC
- **Rafael Villar**, Coordinador de Energética Edificatoria y Sostenibilidad, IETcc-CSIC
- **Luis F. Alés**, Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Industriales, CGCOII
- **Juan López-Asiain**, Responsable Gabinete Técnico, Consejo General de la Arquitectura Técnica de España, CGATE
- **Isabel Alonso**, Miembro Comité Ciudades y Territorio, Colegio Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, CICCP
- **Isabel Bajo**, Presidenta, Colegio Profesional de Administradores de Fincas de Madrid, CAFMadrid
- **Gonzalo Fernández**, Asociación de Gestores Públicos de Vivienda y Suelo, AVS
- **Florencio Manteca**, Director Departamento Energía en Edificación, Centro Nacional Energías Renovables, CENER
- **Miguel Ángel García**, Coordinador de Proyectos, División Energía, Centro Tecnológico CARTIF
- **Miguel Ángel Llopis**, Presidente, Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración, ATECYR
- **Rocío Fernández**, Presidenta, Plataforma Tecnológica Española de Eficiencia Energética, PTE-ee
- **Hernando Gutiérrez**, Gerente, Sociedad Española de Facility Management, IFMA ESPAÑA
- **Luis Rodulfo**, Vicepresidente, Confederación Española Asociaciones Fabricantes Productos Construcción, CEPCO
- **Yago Massó**, Director Técnico, Asociación Nacional de Fabricantes de Materiales Aislantes, ANDIMAT
- **Pablo Martín**, Director, Asociación Española de Fabricantes de Fachadas Ligeras y Ventanas, ASEFAVE
- **Cecilia Salamanca**, Responsable Departamento Técnico, Asociación Fabricantes Equipos de Climatización, AFEC
- **Alicia Huerga**, Departamento Técnico, Confederación Nacional de Asociaciones de Instaladores y Fluidos, CONAIF
- **Rafael Úrculo**, Vocal JD, Asociación Española de Ingenierías e Ingenieros Consultores de Instalaciones, AEDICI
- **Javier Moreno**, Gerente, Asociación Española de Ingenierías e Ingenieros Consultores de Instalaciones, AEDICI
- **Ana González**, Responsable Recursos Didácticos, Fundación Laboral de la Construcción
- **Dolores Huerta**, Secretaria Técnica, Green Building Council España, GBCE
- **Sergio Melgosa**, Presidente, Asociación Española de Termografía, AETIR
- **Ana Etchenique**, Vicepresidenta Confederación de Consumidores y Usuarios CECU
- **José Luis López**, Coordinador de Proyectos, Asociación de Ciencias Ambientales, ACA
- **Daniel Sánchez Peinado**, Técnico, Plataforma PEP
- **Isabel Guedea**, Miembro Junta Directiva, Clúster Español de Energía Solar y Eficiencia Energética, SOLARTYS
- **Pilar Pereda**, Experta en Rehabilitación y Eficiencia Energética en la Edificación
- **Alberto Rodríguez**, Técnico Prescriptor Centro y Andalucía, Responsable Técnico-Comercial, Siber Ventilación
- **Stefan Junestrand**, Director General, Grupo Tecma Red
- **Inés Leal**, Directora del Congreso de Edificios Energía Casi Nula, Grupo Tecma Red

ÍNDICE

MOTIVACIÓN, INFORMACIÓN, EXPERIENCIAS Y BENEFICIOS PARA LOS USUARIOS

RECONVIRTIENDO EL BARRIO POBLADO DIRIGIDO DE ORCASITAS, DE PELIGROSOS DESPRENDIMIENTOS DE ANTEPECHOS DE 1.200 KG A ENERGÍA CASI NULA Y MÁXIMO CONFORT **1**
Manuela Navarro Gesta
AAVV Guetaria

CONTROL EXTERNO DE LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA, EL CAMINO A LA EDIFICACIÓN ENERGÉTICAMENTE SOSTENIBLE - CASO DE ÉXITO: TÜV SÜD ÁREA ENERGÍA EN LA COMUNIDAD VALENCIANA **7**
Vicente Ramón Gallego Gómez
TÜD SÜD IBERIA

VALORACIÓN EFICIENTE: LA HIPOTECA DEL FUTURO ES VERDE **13**
Eduardo Serra Gesta, Marisa Molina Muñoz y Juan Manuel Méndez Izuel
CoHispania

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE UN EDIFICIO EECN: CASO DE ESTUDIO **19**
Elisabet Uson Maimó, Ezequiel Uson Guardiola y Carles Guillen Amigó
Universidad Politécnica de Catalunya

PLAN ZERO PLANA: ALTA EFICIENCIA EN ALQUILER PÚBLICO **25**
Pablo García Astrain, Carlos Orbea Ascaso, Gorka Sagasti Sáenz de Buruaga, Íñigo Antepara López de Maturana, Juan María Hidalgo-Betanzos y Pablo Hernández Cruz
Gobierno Vasco y Alokabide

ESQUEMAS DE EVALUACIÓN DE EDIFICIOS EN ESCENARIOS DE DESCARBONIZACIÓN **31**
Arturo Alarcón Barrio y César Bartolomé Muñoz
Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA)

SE BUSCA: ESPECIALISTA EN HERMETICIDAD CON EXPERIENCIA **37**
Ángel Sánchez Inocencio y Eduardo Guillen Pérez
Grupo Lobe

SE HACE CAMINO AL ANDAR: LECCIONES APRENDIDAS EN PROYECTOS Y OBRAS EECN **41**
Bega Clavero y Oliver Style
Progetic

SISTEMA DE ALARMAS EN EL FORMULARIO DEL REGISTRO DE CERTIFICADOS ENERGÉTICOS DE CATALUÑA PARA MEJORAR LA CALIDAD DE LOS DATOS **46**
Lluís Morer, Ainhoa Mata e Iñaki Requena
Instituto Catalán de Energía

TURNKEY RETROFIT, SOLUCIONES PARA DISEÑAR Y DIGITALIZAR EL VIAJE DEL USUARIO EN LOS PROCESOS DE REHABILITACIÓN Y RENOVACIÓN DE VIVIENDAS **51**
Miriam García Armesto, Silvia Urra Uriarte y Jorge Torres
ANERR y TECNALIA

"DISEÑA TU CASA+SOSTENIBLE" UN CONCURSO PARA IMPLICAR A LOS MÁS JÓVENES EN LOS CONCEPTOS EECN Y SOSTENIBILIDAD **53**
Ana I. Menéndez Suárez
EFINCO

RETOS PARA LOGRAR UN PARQUE INMOBILIARIO DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y DESCARBONIZADO EN 2050 **59**
Yago Massó Moreu
ANDIMAT (Asociación Nacional de Fabricantes de Materiales Aislantes)

GESTIÓN DE UN PROYECTO EECN: RETOS Y CLAVES DEL CENTRO INTEGRAL DEL TRANSPORTE DE METRO DE MADRID **65**
Victorino Arranz Basagoiti y María Luz de Baldasano Valdés
Metro de Madrid

SOLUCIONES ARQUITECTÓNICAS Y CONSTRUCTIVAS

EL BOSCO - ACTO III: "MATERIALES QUE CAMBIAN NUESTRO FUTURO" **71**
Mónica Liñán Mínguez y Mara Macarrón Juárez
Saint-Gobain ISOVER

RESIDENCIAL MINERVA (ZARAGOZA), COMPARATIVA ENTRE DOS FASES SIMÉTRICAS: FASE I SEGÚN CTE 2013 VS FASE II EECN PASSIVHAUS CLASSIC **77**
Clara Lorente Martín y Luis Lastres Panzano
Grupo Lobe

GESTIÓN DE LA ESTANQUEIDAD: ACTIVIDAD CRÍTICA EN LOS ECCN **83**
Eduardo Guillén Pérez y Ángel Sánchez Inocencio
Grupo Lobe

GLASER IS DEAD: ANÁLISIS HIGROTÉRMICO DINÁMICO DEL RIESGO DE DAÑOS POR HUMEDAD **87**
Oliver Style y Bega Clavero
Progetic

APLICACIÓN DE PINTURA TERMO-REFLECTANTE EN CUBIERTAS DE SUPERMERCADOS PARA MEJORAR EL AISLAMIENTO TÉRMICO **92**
Joan Ferré Sáinz de la Maza
Nanoavant

CONSTRUCCIÓN CON PANELES ESTRUCTURALES DE MADERA Y FIBRA VEGETAL COMPACTADA **97**
Jose Veiga García
EcoPaja Bioconstrucción Modular

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INCIDENCIA DE UN MURO TROMBE PARA LA REDUCCIÓN DE DEMANDA DE ENERGÍA EN REHABILITACIÓN ENERGÉTICA **103**
Alejandro Cabeza Prieto, Julio González Quintas y Alberto Arias Horas
Universidad de Valladolid y Domo2 Arquitectura y Urbanismo

SISTEMAS Y TECNOLOGÍAS INTEGRABLES

PROFESIONALES CUALIFICADOS CON HABILIDADES BIM: PROYECTO EUROPEO H2020 BIMPLEMENT **109**
María José Esparza Arbona, Miriam Navarro Escudero y Begoña Serrano Lanzarote
Instituto Valenciano de la Edificación y Universitat Politécnica de València

PROTAGONISMO DE LAS BOMBAS DE CALOR EN LOS EDIFICIOS DE CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO EN LÍNEA CON LAS POLÍTICAS DE DESCARBONIZACIÓN DE LA UE **114**
Manuel Herrero
Asociación de Fabricantes de Equipos de Climatización (AFEC)

IMPACTO DEL CONTROL EFICIENTE DE LOS SISTEMAS DE HVAC EN LA SOSTENIBILIDAD Y EFICIENCIA ENERGÉTICA **120**
Francisco Fernández Hernández, José Miguel Peña Suárez, Juan Antonio Bandera Cantalejo, María del Carmen González Muriano y Montserrat Ventura
Universidad de Málaga y Corporación Empresarial Altra

NUEVA FUENTE DE ENERGÍA PARA EDIFICIOS ENERGÍA CASI NULA **126**
Alexander Kobtsev y Francisco Serrano Casares
Libre Evolución de Energía y Universidad de Málaga

NUEVOS REFRIGERANTES APLICADOS A LA BOMBA DE CALOR AEROTÉRMICA **130**
Álvaro Fernández Sagaseta
Daikin AC Spain

PRESENTE Y FUTURO EN LA TECNOLOGÍA DE ENFRIADORAS, LA IMPORTANCIA DEL CONTROL **134**
Álvaro Fernández Sagaseta
Daikin AC Spain

INTEGRACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

ACTIVACIÓN TÉRMICA DE ESTRUCTURAS PARA INCREMENTAR LA PENETRACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES **138**
César Bartolomé Muñoz y Arturo Alarcón Barrio
Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA)

NUEVO EDIFICIO DE BRIGADAS DE SANT BOI: MÁXIMA COBERTURA RENOVABLE Y CONTROL ENERGÉTICO AVANZADO - BUSCANDO LA MÁXIMA EFICIENCIA Y RESILIENCIA **144**
Carlos Alonso Castro y Zeljko Kulic
Cefiner y Ayuntamiento de Sant Boi de LLobregat

PRESTACIONES REALES DE LOS EECN

DESARROLLO Y PUESTA EN PRÁCTICA DE UNA METODOLOGÍA HACIA LOS ZEB COSTE-ÓPTIMOS **151**
Blas Beristain de la Rica y Jon Zubiaurre Sasia
IDOM Consulting, Engineering & Architecture

LAS ENTIDADES DE CONTROL EN CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA EN LOS EDIFICIOS DE ENERGÍA DE CONSUMO CASI NULO **157**
Raúl García Piquer
Ecoefys

REDUCCIÓN DE COSTES DE CICLO DE VIDA EN EECNS - EJEMPLO DE SELECCIÓN DE SISTEMAS DE CALEFACCIÓN Y ACS PARA VIVIENDAS SOCIALES EN SANTURCE (BIZKAIA) **162**
Alberto Ortiz de Elgea, David Grisaleña, Patxi Hernández, Julen Hernández e Íñigo Urra
Visesa y Tecnalia

REHABILITACIÓN Y REGENERACIÓN URBANA

ALDREN: UN PASO ADELANTE HACIA LA CERTIFICACIÓN VOLUNTARIA COMÚN EN EUROPA **168**
Carlos Espigares Correa, Begoña Serrano Lanzarote y María José Esparza Arbona
Universitat Politécnica de València

REALIDADES DE LA REHABILITACIÓN EECN BAJO EL ESTÁNDAR ENERPHIT DE UNA VIVIENDA EN EDIFICIO CATALOGADO DE 1920 **174**
Vanesa Ezquerra Ramos
Certificated Passivhaus Designer

LA NECESIDAD DE UN ENFOQUE HOLÍSTICO EN LA REHABILITACIÓN DEL PARQUE RESIDENCIAL EN EL ÁREA MEDITERRÁNEA CON CRITERIOS EECN: EL PROYECTO HAPPEN **180**
Cristina Jareño Escudero, Carlos Espigares Correa, Begoña Serrano Lanzarote, Miriam Navarro Escudero, José Manuel Salmerón Lissén, Ángel Ruiz Cruceira, María Flores Fillol y César Mifsut García
Instituto Valenciano de la Edificación, Universitat Politécnica de València, Universidad de Sevilla y Entidad Valenciana de Vivienda y Suelo

REHABILITACIÓN DE ENERGÍA CASI NULA DE VIVIENDA INDIVIDUAL EN EDIFICIO COLECTIVO MEDIANTE SOLUCIONES ESTANDARIZABLES - RESULTADOS Y VALORACIONES **185**
Andrés Touceda Gómez y María Isabel Touceda Gómez

EL POTENCIAL DE LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA EN VIVIENDAS INDIVIDUALES DE TIPOLOGÍA RESIDENCIAL COLECTIVA - HÉCTOR, QUIMI Y SANTIAGO **191**
Manuel Romera Molina
Estudi Adrià Felip Campistol

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA EN EL DISTRITO TXABARRI DE SESTAO EN EL MARCO DEL PROYECTO EU-GUGLE **197**
Inés Díaz Regodón, Francisco Serna Lumbreras, Luis Carlos Delgado y Ana Garbisu
Centro Nacional de Energías Renovables CENER y SESTAO BERRI 2010

REZBUILD: NUEVAS TECNOLOGÍAS INTEGRADAS PARA LA RENOVACIÓN DE EDIFICIOS DE CONSUMO ENERGÉTICO CASI NULO **203**
Vicenta Rubert Altava
Comunidad de Madrid

EDIFICIOS Y DISTRITOS DE ENERGÍA POSITIVA

SOLARHAUS: EDIFICIO DE ENERGÍA POSITIVA EN BLOQUE DE 38 VIVIENDAS VPT CON INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO EN RIPAGAINA (NAVARRA) **207**
Francisco Serna y Marta Sampedro
CENER

PROYECTO MAKING-CITY: TRES DISTRITOS DE ENERGÍA POSITIVA EN DOS CIUDADES FARO (GRONINGEN Y OULU) **213**
Cecilia Sanz Montalvillo, Jhon Fredy Vélez Jaramillo, Cristina de Torre Minguela y Ali Vasallo Belver
Fundación CARTIF

BIBLIOTECA SOLAR: COMPACIDAD TIPOLÓGICA; GANANCIAS SOLARES; IMPLICACIÓN TÉRMICA DEL TERRENO; Y OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DEL PROGRAMA DE USOS **218**
Nieves Mestre, Eduardo Roig, Elvira Carrión y Alejandro Bosqued
Universidad Politécnica de Madrid, Universidad de Alcalá, IDEA ingeniería y Zero Energy Consumption

FOMENTO DE EDIFICIOS INDUSTRIALES SOSTENIBLES DESDE EL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO: ESTRATEGIA ENERGÉTICA Y AMBIENTAL **224**
Sergio Espiau Quijada, Joan Estrada Aliberas y Sonsoles Letang Jimenez de Anta
Instituto Catalán del Suelo/Generalitat de Catalunya

EDIFICIOS DE ENERGÍA POSITIVA... DESPUÉS DE LOS EECN **230**
Jose Mª Moro Aristu, Fermín Saralegui y Francisco Jose Serna
Naven Ingenieros, Tabuenca & Saralegui y Asociados y CENER

USO, GESTIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

LA IMPORTANCIA DEL CORRECTO USO DE LAS CARPINTERÍAS EN EL CONFORT TÉRMICO: EL CASO DEL EDIFICIO DE LA SEDE ADMINISTRATIVA DE LA ULPGC **236**
Eduardo Martín del Toro
Universidad de las Palmas de Gran Canaria

COMPORTAMIENTO DE ESPACIO FUTURA, EDIFICIO CERTIFICADO PASSIVHAUS, EN CONDICIONES ATMOSFÉRICAS EXTREMAS DE CALOR FRÍO Y VIENTO, DURANTE SU PRIMER AÑO DE VIDA **242**
Daniel Morales Gorostiza y Javier Pastor
VEKAPLAST IBÉRICA

DIGITAL TWIN DEL EDIFICIO BASADO EN BIM ORIENTADO A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y MANTENIMIENTO PREDICTIVO DEL EDIFICIO **248**
Jose Manuel Olaizola Martija y Rosa San Mateos Carreton
Tecnalia Research and Innovation

ADVANCING NET ZERO: DE EMISIONES CASI NULAS A LA NEUTRALIDAD EN CARBONO DE LOS EDIFICIOS **254**
Raquel Díez Abarca
Green Building Council España (GBCe)

ECONOMÍA CIRCULAR

EXTRU-PUR: TECNOLOGÍA DE EXTRUSIÓN REACTIVA DE POLIURETANO PARA LA FABRICACIÓN DE VENTANAS DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA **260**
Pablo Rodríguez Outón y Vincent Jamier
Indresmat y Centro Tecnológico Leitat

PROYECTO HOUSEFUL: SOLUCIONES Y SERVICIOS CIRCULARES INNOVADORES PARA NUEVAS OPORTUNIDADES DE NEGOCIO EN EL SECTOR DE LA VIVIENDA DE LA UNIÓN EUROPEA **266**
Javier Antolín Gutiérrez, Sonia Álvarez Díaz, M. Dolores Hidalgo Barrio y Juan Castro Bustamante
Fundación CARTIF

LEVELS, INMORTALIDAD Y ECONOMÍA CIRCULAR: EL TERCER PLANETA **272**
Paula Rivas Hesse, Nicolás Bermejo Presa y Esther Soriano Hoyuelos
Green Building Council España (GBCe) y SAINT-GOBAIN ISOVER

PROYECTOS EECN

CASA APOLONIA, AUTOCONSUMO Y PASSIVHAUS EN LA COMUNIDAD DE MADRID **277**
Promotor: Promotor privado
Proyectista: José Francisco Sánchez Fuentes, MADRIDARQUITECTURA

MXM ARAGÓN – VIVIENDA UNIFAMILIAR **284**
Promotor: Promotor particular
Proyectistas: i2G arquitectos

CARABANCHEL ENSANCHE 34: VIVIENDA SOCIAL COLECTIVA BAJO EL STANDARD PASSIVHAUS **293**
Promotor: EMPRESA MUNICIPAL DE LA VIVIENDA Y SUELO DE MADRID (EMVS)
Proyectistas: RUIZ-LARREA & ASOCIADOS

MASSIVSOCIALHAUS, MANZANA DE 150 VIVIENDAS PROTEGIDAS EN GETAFE, MADRID **302**
Promotor: Grupo Lobe
Proyectistas/Dirección Obra: Dirección Integrada de Proyecto Grupo Lobe

EDIFICIO DE OFICINAS ARTICA TEXTILE **308**
Promotor: Textiles Beltex SL. Artica Textile8
Proyectista y Dirección de obra: Carlos Martínez Montero

EDIFICIO DE OFICINAS IDAI NATURE **316**
Promotor: Idai Nature
Proyectista y Dirección de obra: Rubén Muedra Estudio de Arquitectura (Rubén Muedra e Inés Fabra)

EDIFICIO ZUCCHERO: 67 VIVIENDAS PASSIVHAUS EN MADRID **324**
Promotor: Grupo Lobe
Proyectistas/Dirección Obra: Dirección Integrada de Proyecto Grupo Lobe

TURÓ DE LA PEIRA: POLIDEPORTIVO Y PISCINA INTERIOR DE CONSUMO CASI NULO **330**
Promotor: Institut Barcelona Esports (IBE), Ajuntament de Barcelona
Arquitectos: Anna Noguera y Javier Fernández

CENTRO INTEGRAL DEL TRANSPORTE DE METRO DE MADRID **338**
Propiedad: Metro de Madrid S.A.
Proyectistas: Jardín 1 UTE. Lourdes Carretero, Andrés Perea Ortega, Julio de la Fuente e Iván Carbajosa

RESIDENCIA DE MAYORES Y CENTRO DE DÍA FUNDACIÓN REY ARDID EN ROSALES DEL CANAL (ZARAGOZA) **346**
Promotor: FUNDACIÓN RAMÓN REY ARDID
Proyectistas: Luis Fernández y Teófilo Martín

#CongresoEECN6 @CongresoEECN

VI Congreso EECN
Edificios Energía Casi Nula
Madrid, 23 Octubre 2019

ORGANIZA:

GRUPOTECMARED

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE FOMENTO

PATROCINIO PLATINO:

Siber Ventilación inteligente

PATROCINIO ORO:

Sika BUILDING TRUST

S&P

BMI

BAXI LA NUEVA CLIMATIZACIÓN

KÖMMERLING Sistemas de ventanas

SAINT-GOBAIN

danosa Building together

CoHispania consultoría y valoración

PATROCINIO PLATA:

aldes

JUNKERS BOSCH

Saunier Duval Siempre a tu lado

Vaillant

VEKA CON DE VOSOTROS

PATROCINIO BRONCE:

URSA

LafargeHolcim

APOYO INSTITUCIONAL:

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

IDAE

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

oecc

MADRID

COMUNICA:

CONSTRUIBLE.es Todo Sobre Construcción Sostenible

COLABORA:

www.congreso-edificios-energia-casi-nula.es

+ COLABORAMOS **EN TODAS** LAS FASES DEL PROYECTO



Somos miembro BREEAM, apoyando los valores y objetivos de este modelo de certificación, implicándonos de forma activa y participativa en la evolución, promoción y difusión de las mejores prácticas sostenibles.

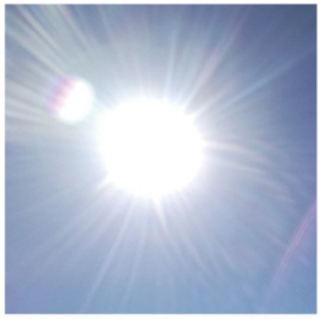
NUESTROS SELLOS NOS AVALAN

Colaboramos de forma estrecha con los organismos oficiales y privados, tales como:

También somos **miembro fundador del AIVC España** y formamos parte de la platafoma europea **TightVent.**

www.baxi.es

BAXI
LA NUEVA CLIMATIZACIÓN







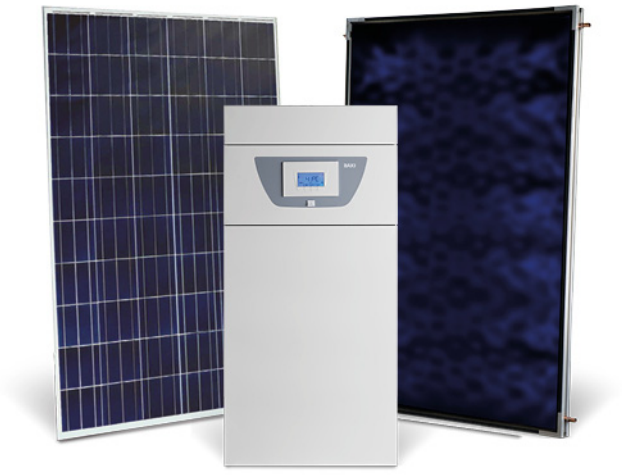
SISTEMAS SOLARES BAXI, LA SOLUCIÓN INTEGRAL PARA EL AUTOCONSUMO

En **BAXI** la energía solar empieza en nuestro **Centro de Excelencia Solar de Barcelona**, en el que fabricamos sistemas solares donde los paneles térmicos y los fotovoltaicos comparten las mismas dimensiones para que cuando estén instalados en el tejado, **además de energía, aporten estética**.

Y como en **BAXI** nos gusta ofrecer **soluciones de climatización integrales desde el inicio**, contamos con bombas de calor (aerotermia) que combinadas con los paneles solares fotovoltaicos y térmicos, ofrecen **un sistema de climatización de alta eficiencia completo**.

Una solución integral para el autoconsumo que respeta el planeta aprovechando la energía que nos regala y que responde a las nuevas necesidades que cada vez más clientes demandan tras el reciente cambio de normativa.

- Panel solar fotovoltaico Fotón
- Bomba de calor Platinum BC iPlus V200
- Panel solar térmico Slim PV



Ventilación Mecánica Controlada



CALIDAD DE AIRE INTERIOR



OZEO FLAT H



CRCB ECOWATT



DOMEO



ALTAIR

www.solerpalau.es

Soler&Palau Ventilation Group

Placo SAINT-GOBAIN

ISOVER SAINT-GOBAIN

SAINT-GOBAIN BUILDING GLASS

weber SAINT-GOBAIN

Creamos espacios **sostenibles** y **confortables** para vivir y mejorar el día a día



ESCUELA
Reto
KÖMMERLING

¿ACEPTAS EL RETO?

Las herramientas necesarias para los pioneros de la arquitectura

PRÓXIMAS CONVOCATORIAS

Passivhaus Designer	Diseño y cálculo de proyectos de energía casi nula y cero
Tradesperson Passivhaus	Ejecución de obras de alta eficiencia energética
ZeroCity project Taller ZCP	Las bases para un nuevo modelo de construcción: LEAN, BIM e IPD
GBCe miembro asociado Taller certificaciones	Eficiencia y sostenibilidad que se demuestra

PLAZAS LIMITADAS

Consulta nuestros cursos en **retokommerling.com**

KÖMMERLING®


danosa
Building together
HEMOS HECHO
UN PACTO CON LA
NATURALEZA
PARA VIVIR EN
ARMONÍA
Orgullosos socios y colaboradores de:
GBCe
green building council españa
CERTIFICACIÓN DE EDIFICIOS:
VERDE®
LEED®
BREEAM®
CONSORCIO
PASSIVHAUS
www.danosa.com

JUNTO A TI

contribuimos al *ahorro energético* del edificio



Descárgate nuestra App
esp.sika.com

BUILDING TRUST

COHISPANIA.COM



Consultoría

Valoración

Project Monitor

Sostenibilidad

Tejados que generan tranquilidad



BMI

En BMI contamos con la mayor oferta de soluciones para cubiertas planas e inclinadas del mercado. Queremos ayudarte para que elijas los mejores productos y sistemas para tu tejado y puedas hacer de él aquello que siempre has soñado: una zona más de tu vivienda, o ¿por qué no? Hasta un jardín.

Descúbrenos en bmigroup.com/es

Porque es algo más que un tejado.

GRUPOTECMARED

Grupo Tecma Red es líder en información y generación de conocimiento sobre Energía, Sostenibilidad y Nuevas Tecnologías en la Edificación y la Ciudad.

PORTALES:











CONGRESOS:









RECONVIRTIENDO EL BARRIO POBLADO DIRIGIDO DE ORCASITAS, DE PELIGROSOS DESPRENDIMIENTOS DE ANTEPECHOS DE 1.200 KG A ENERGÍA CASI NULA Y MÁXIMO CONFORT

Manuela Navarro Gesta, AAVV Guetaria

Resumen: Nosotros los vecinos, concienciados con el Medio Ambiente y velando por la salud de todos, generamos un proceso de reconversión del barrio eliminando, como prioridad, el amianto de las cubiertas y las fachadas con riesgo de desprendimientos y dirigiéndonos a edificios de consumo y energía casi nulo que eviten emisiones a la atmósfera: Cambio de bombillas por Led, implantación de SATE en edificios, sustitución de ventanas; lo que nos está permitiendo comprobar, ya, el gran ahorro económico en la factura de energía y disfrutar a su vez, de verdadero confort en nuestras viviendas y así, siguiendo esta línea, en un futuro, poder implementarlo con energías renovables, desde paneles solares a la aerotermia y/o geotermia para conseguir un barrio totalmente eficiente.

Palabras claves: Peligrosidad, Desprendimiento, Riesgo para la Vida, Transformación, Rehabilitación, Eficiencia Energética, Ahorro de Emisiones, Amianto, Aislamiento Térmico

ANTECEDENTES

El Poblado Dirigido de Orcasitas está situado en el Sur de Madrid en el Distrito de Usera. Tiene algo más de 1 km^2 y una población de unos 23.000 habitantes. Consta de 1020 viviendas unifamiliares, 3 torres de 14 pisos y 4 viviendas por planta, más, 107 bloques de 10 alturas y 2 viviendas por planta.

El barrio actual no es el original construido. El anterior se construyó en los años 50 y debido a la malísima calidad de construcción y falta de suficientes cimientos, que pusieron en grave riesgo a sus vecinos, tuvo que ser demolido edificando en su lugar el que actualmente existe y nos ocupa.

Gracias a la lucha de los vecinos y su tejido asociativo, se consiguió que el nuevo barrio y sus vecinos se mantuvieran en el mismo sitio que el anterior, ya que la intención del IVIMA, fue la dispersión de los vecinos por distintos barrios y evitar la construcción de uno nuevo.



Figura 1. Plano barrio.

EL BARRIO ACTUAL

El actual barrio se empezó a edificar y entregar entre los años 70/80 con una construcción de bloques totalmente diferente al anterior, con ascensor, calefacción, gas natural, etc, pero por contra, con pérdida de metros cuadrados y como no, aumento del precio de los pisos.





Figura 2. Bloque barrio anterior y bloques barrio actual.

COMIENZO DEL NUEVO PROBLEMA

En Agosto de 2014 comenzó otra pesadilla. De un bloque, sin síntomas que hubieran podido llamar la atención, se desprendió más de la mitad de un antepecho de ventana de 600 kg. de peso aproximadamente, lo que generó la consiguiente alarma vecinal. A través de la AAVV se convocaron diversas Asambleas Vecinales donde se empezó por informar de la peligrosa situación, dado que cada bloque tiene un mínimo de 44 antepechos, y de manera inmediata, comenzar una serie de acciones a nivel Institucional con el fin de avisar de la situación pensando que el IVIMA, se haría

responsable de los arreglos y desperfectos, pero a los pocos meses, hubo otro desprendimiento, esta vez de los paneles de fachada de hormigón.



Figura 3. Desprendimiento antepecho.



Figura 4. Fachada agrietada.





Figura 5. Desprendimiento paneles de fachada.

IMPLICACIÓN Y ACCIONES AAVV

Se solicitaron reuniones a todas las Instituciones Públicas buscando, además, información sobre la memoria de calidades, empresas constructoras que hicieron el barrio, arquitectos implicados etc., y a la par, se creó una comisión vecinal para encontrar solución y mantener informado al barrio de los pasos seguidos y a seguir.

Hubo muchas discrepancias entre sus componentes por la muy diferente visión de cómo llevar y gestionar la situación. Se hicieron catas en una vivienda para conocer el estado de dichos antepechos. Se contactó con 3 arquitectos para contrastar su opinión, el resultado de los tres fue el mismo, no se caían por culpa de los enganches, cabía la posibilidad de que cada uno de los 44 antepechos pudiera tener un comportamiento distinto y una patología distinta, por lo que, a nivel general, no podía ser concluyente el análisis de esa cata.

Finalmente, conseguimos ser escuchados por el Ayuntamiento de Madrid quien entendió la grave y peligrosa situación del barrio y tras varias reuniones con la Comisión, mostraron gran interés estudiando la situación y mejor solución para el barrio.

A pesar de todo, el 90% del barrio insistía en que las obras las tenían que asumir el IVIMA o en su defecto, hacerlas el Ayuntamiento totalmente gratis, lo que supuso importantes desencuentros entre los propios vecinos.

La situación fue muy delicada dada la división del barrio y sobre todo porque preferían escuchar que todo se resolvería gratis y no, que cada comunidad debía hacer frente a la situación y mantenimiento de los edificios. Hay que entender que nos enfrentábamos a una situación grave, de peligro, de resultados inciertos y que ya de antemano, se preveía altamente costosa su posible resolución y solución.

Finalmente, por las discrepancias existentes, se disolvió la Comisión definitivamente siendo la AAVV quien se quedó a cargo de la situación manteniendo reuniones periódicas con el Ayuntamiento y la Junta Municipal, con lo que poco a poco, se fue fraguando el camino más adecuado para resolver de manera concreta la situación.

APOYO Y AYUDA MUNICIPAL

El Ayuntamiento nos declaró APIRU (Área Preferente de Impulso a la Regeneración Urbana) lo que ya nos permitía optar a las subvenciones del Plan MADRE y FRT. El Ayuntamiento acudió a las Asambleas de vecinos para explicar directamente las ventajas que eso suponía y a su vez, dar seguridad a los vecinos sobre la materialización de esas ayudas dado el escepticismo de los mismos por el histórico del barrio.

También se nos ofreció, a través de la Fundación Arquitectura del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid (COAM), la ocasión de que algunas comunidades pudieran optar a 100.000 Euros gracias a la donación de la Fundación Annie Johansen. Para ello, el COAM organizó un concurso abierto a las comunidades de vecinos que quisieran apuntarse de las cuales, cumpliendo los requisitos requeridos, saldrían 2 ganadoras que se repartirían la cantidad donada, sin perjuicio de optar a las subvenciones MADRE y FRT. Se valoraban las necesidades de las familias residentes, la edad, vulnerabilidad económica y social, ingresos y por supuesto situación de peligro del edificio.

Además, el COAM, promovió un concurso para recoger ideas para la rehabilitación del barrio y la mejor solución a sus problemas. En él, condición indispensable era por supuesto, quitar los antepechos, mejorar la eficiencia energética mediante aislamiento térmico en fachadas, retirada de amianto de las cubiertas, cambio de ventanas y/o ventanales por otros eficientes y toda opción que evitara emisiones al medio ambiente. Todo ello, con un presupuesto prefijado.

Al concurso de comunidades se presentaron 5 de las cuales 1 se retiró porque, al igual que el resto del barrio, no creía en lo que se planteaba y dudaba de que realmente fueran a ayudar al barrio temiendo que se podrían quedar "colgados" con unas costosísimas obras. De las 4 restantes, salieron 2 ganadoras que recibirían, descontando los importes de los 3 premios a los arquitectos ganadores, el dinero a partes iguales lo que, sin lugar a dudas, era una muy buena ayuda para la obra ya que el importe a pagar por vecino, incluyendo las subvenciones, era una cantidad muy asumible para cualquier economía.

Al concurso de ideas se presentaron 16 arquitectos con sus propuestas de las que un jurado, en el que además de profesionales del COAM y del Ayuntamiento estaban los vecinos del barrio, eligió las 3 opciones que recibirían sus premios. El ganador del primer premio realizaría las obras siguiendo su propuesta y los otros dos recibirían su premio. En principio, el resto del barrio debía seguir la misma línea de rehabilitación, aunque podían elegir distintos técnicos.



Figura 6. Proyecto ejecutado.

Pero sucedió que a la hora de hablar con las empresas que iban a hacer las obras, comunicaron que el proyecto ganador duplicaba el coste del presupuesto aprobado por lo que no se podían hacer. Esto supuso otro contratiempo y tras diferentes conversaciones y reuniones con los arquitectos del proyecto ganador y el COAM, los vecinos decidieron considerar la solución elegida en segundo lugar.

Tras alguna diferencia con el COAM, que consideraba que el dinero de la donación iba unido a que hiciese las obras quien había ganado el concurso, algo que no compartía la AAVV, ésta, se puso en contacto con la Fundación Annie Johansen y consiguió que ese dinero se quedara en el barrio en igualdad para los 4 bloques presentados al concurso.

El proyecto ganador del segundo premio cumple perfectamente las necesidades de rehabilitación del barrio dentro del presupuesto previsto, así como en eficiencia y sostenibilidad, siendo el que finalmente se ha ejecutado.

Se solicitaron las subvenciones MADRE y FRT, y esos 4 bloques comenzaron las obras que consistían en: quitar obligatoriamente los peligrosos antepechos, desamiantar la cubierta y poner paneles sándwich con 18 cms de aislamiento, colocar SATE de 8 cms en toda la envolvente, cambiar la carpintería metálica y las ventanas de los vecinos por otras de rotura de puente térmico para evitar emisiones y con todo, conseguir un absoluto confort en las viviendas.

La AAVV muy implicada en todos los procesos pidió, que previo a iniciar las obras, se revisaran y se realizaran por un laboratorio homologado, ensayos exhaustivos en distintos bloques del barrio elegidos por él mismo, de los paneles de hormigón para conocer el estado real de ellos. Se hicieron además pruebas de adherencia del SATE en fachadas con diferentes tratamientos, incluso con pintura hidrófuga, para estar seguros de no tener problemas posteriores.

Se hicieron termografías y se monitorizaron algunas viviendas, antes, durante y después de la obra, para saber el comportamiento de la vivienda y los cambios de temperaturas durante el proceso.

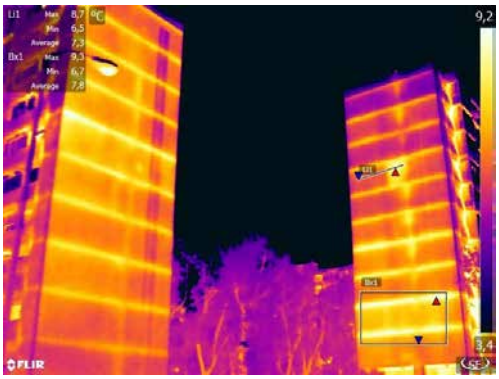


Figura 7. Termografía: Antes de obra.

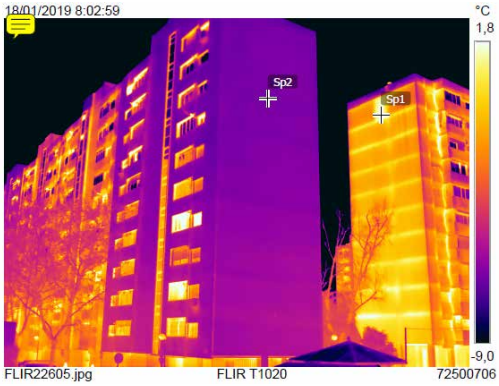


Figura 8. Termografía: Después de obra.

Se hicieron pruebas de Blower Door, de estanqueidad y de adherencia de las planchas de SATE, in situ, ante los presidentes de las comunidades que estaban realizando las obras, ya que uno de ellos informó que se les habían caído una vez puestas, lo que generó la natural alarma y nueva desconfianza entre los vecinos.

Hasta llegar a este punto, en el que pasaron muchos meses, se hicieron continuas Asambleas informativas a las que acudió el Ayuntamiento siempre con el afán de ayudar conscientes de la situación del barrio. Las primeras fueron realmente terribles, no solo apenas acudían vecinos si no que, los que acudían, generaban conflictos poniendo en duda y negando todo lo que la AAVV informaba y planteaba y por supuesto, lo mismo al Ayuntamiento, pero con el trabajo que se estaba realizando, el interés, tesón y constancia conseguimos, poco a poco, Asambleas masivas donde demostrar a los vecinos la necesidad, por el peligro existente, de hacer las obras y la eficacia de ellas.



Figura 9. Asambleas.

SUBVENCIONES Y FINANCIACIÓN

Por fin, después de meses de pruebas para asegurar la eficacia de las obras a acometer nos concedieron las subvenciones y ellas obligaban a comenzar las obras en una fecha concreta con lo que, al no tener las comunidades el dinero de ellas, hasta que se recibieran, hubo que recurrir a financiación bancaria con la que nadie contaba dado que la idea era recibir el 50% de las subvenciones al comienzo de la obra y el resto al finalizarlas, pero por tiempos y el proceso administrativo del Ayuntamiento, se empezaron las obras con los recursos que los vecinos teníamos o buscamos, dado que ya estaban firmados los contratos del arquitecto, el cual está colaborando activamente en la resolución de los problemas que surgen y de las empresas constructoras.

La labor de la AAVV, su constancia y tesón, consiguió vencer el escepticismo que se podía entender perfectamente dado el histórico del barrio y la falta de ayudas que hasta ese momento habían existido, a lo que contribuía las obras que se estaban realizando y que eran un buen reclamo porque ya se veía algo que se materializaba y eso animaba.

La AAVV no solo debía velar por los intereses del barrio si no, convencer a los vecinos de la necesidad y ventajas de realizar las obras. Había mucha gente anciana que ya había vivido el derrumbe de su primera vivienda, con pocos recursos por sus bajas pensiones, mucha viuda a quienes sus pensiones se habían rebajado, gente vulnerable y enfermos.

Con el trabajo de la AAVV y la presencia y apoyo del Ayuntamiento en las Asambleas Vecinales, se consiguió revertir la situación y actitud de los vecinos y del "gratis" que el 90% del barrio quería, se pasó a que entendieran la necesidad de las obras, pidieran presupuestos y los aceptaran, teniendo en cuenta que los importes mínimos por bloque eran de 350.000 Euros consiguiendo que se ilusionasen con el proyecto. La AAVV totalmente implicada, estaba al servicio del barrio con información diaria y pormenorizada enseñando los materiales que se estaban poniendo en las obras: Sate, tacos, paneles sándwiches etc. lo que permitía, de mayor manera, que ellos entendieran el proceso de las mismas, así como informe de las subvenciones y entidades que daban préstamos o líneas de crédito a comunidades.

En menos de 6 meses se consiguió que de los 107 bloques, 60, aprobaran las obras en su comunidad y pidieran las subvenciones. Finalizado el plazo de solicitud, se ha seguido promoviendo el proyecto, llegando al 90% de los bloques con presupuestos aprobados y a la espera de la solicitud de las subvenciones en la próxima convocatoria.

Aparte de los bloques y con el fin de que los unifamiliares no quedaran excluidos pues pensaban que no les correspondían las subvenciones, se convocó una asamblea informativa exclusiva para ellos, a la que acudió el arquitecto y donde se mostró gran interés por parte de los propietarios, siendo 5 de ellos los que tuvieron la iniciativa para hacer dichas obras.

Se mencionan anécdotas de cómo, algunos vecinos de unifamiliares han resuelto el tema del aislamiento térmico mediante "inyección de no sé qué", en la cámara de aire (4 cms), pero sin control, ni licencia y otro, con planchas de polispan pegadas a la pared interiormente. Soluciones imaginativas y de resultados… por descubrir.

OBRAS Y BENEFICIOS DE ELLAS

Por fin comenzaron las tan ansiadas obras. En ellas se ha conservado la línea general del barrio como es el color gris del hormigón, se ha desamiantado la cubierta y puesto paneles sándwich con aislamiento de 18 cms y lana de roca, quitado los peligrosos antepechos y se ha puesto SATE en toda la envolvente de 8 cms.,intercalado con bandas de lana de roca, cambio de carpintería metálica del ventanal comunitario con doble butiral, y ventanas de vecinos por otras de rotura de puente térmico, pero lo realmente más importante es la oportunidad de poder, en un futuro, implementar en los edificios, diferentes medios para una mayor eficiencia energética, desde paneles fotovoltaicos a aerotermia y/o geotermia. Desde la AAVV y con el único fin de convertir al barrio en uno referencial, se promovió entre los vecinos la necesidad absoluta de modificar hábitos y de utilizar los recursos básicos existentes para con pequeños- grandes gestos, comenzar los pasos necesarios para ir consiguiendo bajas emisiones.



Figura 10. Desamiantado y obras.

Se están cambiando bombillas por Led en viviendas y zonas comunes, poniendo sensores de presencia en las mismas y en los ascensores, lo que supone a las comunidades un ahorro energético y económico en la factura de energía de 80/90 Euros por recibo, las subvenciones que el Ayuntamiento nos ha brindado para realizar dichas obras supone, en pleno invierno en el recibo de energía, en los meses de Diciembre y Enero, un ahorro por recibo respecto a los de años anteriores de 80/90 Euros y algo muy importante poder, además, en un futuro seguir ampliándolos con paneles fotovoltaicos en los bloques, así como aerotermia y/o geotermia donde, especialmente en los unifamiliares, mejor resultado se puede obtener. Nuestro fin es, siguiendo esta línea, en 8 años tener todos los bloques rehabilitados con emisiones casi nulas y al menos un 40% de unifamiliares y ya hay varios bloques y unifamiliares contemplados para en

un futuro muy próximo, implementarlas, y así conseguir edificios de energía casi nula. De momento y con las obras que se están realizando, se está consiguiendo un aumento de 2 letras en la escala energética, con 58% de emisiones menos, lo que significa un alto porcentaje de NO emisiones a la atmósfera.

Con las obras hemos conseguido unos edificios seguros, sanos, eficientes y bonitos, y muy importante, con un alto confort en el interior de las viviendas bajando el consumo de calefacción sustancialmente al no ser preciso ponerla pues en pleno invierno se ha pasado, de 15º grados en algunas habitaciones con calefacción todo el día a, después de las obras, 19º mínimos SIN calefacción, lo que hace disfrutar de un confort extraordinario y sólo utilizar la calefacción apenas unas pocas horas y ni siquiera todos los días.



Figura 11. Bloque y torre, antes y después obra.

CONCLUSIÓN

El Poblado Dirigido de Orcasitas está consiguiendo que sus edificios, sin amianto, sean un seguro de salud, y sin antepechos, sean seguros para la vida sin riesgo para sus vecinos o visitantes, que los vecinos disfruten del confort de sus vivienda tanto en invierno como en verano, que haya bajado enormemente el consumo de calefacción y por tanto muchos de ellos, que lamentablemente no podían ni ponerla, ahora la disfruten sin miedo a un alto coste en sus recibos gracias al aislamiento térmico de las fachadas algo que, desde luego, les ha cambiado la vida y con la concienciación e implicación del barrio con el Medio Ambiente, tener edificios muy respetuosos con el mismo, pasando a barrio modelo, muy concienciado con el Medio Ambiente y dispuesto a ser referente tanto para otros barrios como para las Administraciones demostrando, que si se quiere, se puede, con esfuerzo claro está como siempre en nuestro barrio de los vecinos, que a pesar de todas las vicisitudes que han padecido con sus viviendas y actualmente se repiten, por el cariño al mismo, esfuerzo y total concienciación, se implican, resurgiendo una vez más como Ave Fénix para, orgullosos, conseguir un barrio modélico y modelo, eficiente, de energía casi nula y referente.

Y todo se podrá seguir realizando con la implicación de las Administraciones ya que, ciertamente, el futuro debido a la situación del Planeta, debe ir a edificios eficientes como demandan las Instituciones mundiales y esto significa que el Poblado Dirigido de Orcasitas, al igual que otros barrios llamados periféricos o vulnerables, deben tener las mismas opciones ya que sus vecinos, no solo se implican y están concienciados para ello si no que, además, tienen el derecho por su esfuerzo, de conseguirlo y disfrutarlo. No se les puede pedir determinadas líneas a seguir si no se está dispuesto a ayudar, colaborar e implicar en lo que se pide, además, en nuestro barrio, el problema es una cuestión de riesgo y peligrosidad, por lo que resulta obligatoria dicha implicación de las Administraciones con ayudas y sobre estas ayudas, las Administraciones deben contemplar todos los gravámenes que repercuten a los vecinos.

No es posible que la Ley Tributaria actual obligue a tributar dichas ayudas sin poder desgravarse el importe de la obra, teniendo en cuenta que el vecino tiene que pagar el 40/50% de las mismas pues las subvenciones alcanzan, en el mejor de los casos, el 60% del importe de ellas, pero hasta un máximo de 8.000 ó 12.000 Euros, resultando un contrasentido ya que, de beneficiarios, se acaba siendo afectados, pues el resultado a pagar por tributación, como ganancia patrimonial, hasta las familias con pocos o justos recursos, es realmente escandaloso, ilógico y altamente gravoso situación que, una vez conocida por los vecinos, hacen que se replanteen efectuar las obras prefiriendo perder el pago de sus licencias, si ya han acordado hacerlas, antes de verse envueltos en imposibilidades de pagos a Hacienda por ello, es imprescindible que todas las Administraciones implicadas dialoguen con las AAVV para que podamos exponer y plantear las realidades a las que nos enfrentamos.

CONTROL EXTERNO DE LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA, EL CAMINO A LA EDIFICACIÓN ENERGÉTICAMENTE SOSTENIBLE - CASO DE ÉXITO: TÜV SÜD ÁREA ENERGÍA EN LA COMUNIDAD VALENCIANA

Vicente Ramón Gallego Gómez, Técnico Área Energía Comunidad Valenciana, TÜV SÜD IBERIA

Resumen: Desde hace más de 20 años las diferentes directivas europeas tratan de fomentar la eficiencia energética en edificios terciarios y de viviendas con el fin de cuidar el medio ambiente y reducir los gastos de los recursos energéticos. Desde la entrada en vigor del Código Técnico y del RD235/2013 (anterior RD47/2007) se exige el documento certificado energético para los edificios de nueva construcción o grandes rehabilitaciones. En la Comunidad Valenciana desde la publicación del RD235/2013 (actual RD 564/2017) a través del IVACE (Institut Valencià de Competitivitat Empresarial) exige un control de calidad de los certificados energéticos de proyecto; este servicio por un agente externo es denominado Control Externo en obras de nueva construcción. El objetivo TÜV SÜD en el desarrollo de sus Controles Externos es contrastar las buenas prácticas constructivas a nivel de energética con respecto al Documento Básico de Exigencias en Energía del CTE (DB-HE) y el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) durante el proyecto y la ejecución de sus obras mediante un sistema de control de proyecto y de ejecución de obra. TÜV SÜD, además de una empresa de Control Externo, es una empresa de servicios de Inspección y Auditoría en multitud de ámbitos dentro de la Industria, Construcción, Energía, Desarrollo de Productos o Automoción. Entre ellas también la Certificación de Edificios Sostenibles en modelos como LEED o BREEAM.

Palabras clave: Control Externo, Sostenibilidad, Certificación Energética de Obra Nueva, Energía, Control de Calidad, BREEAM

¿QUÉ ES EL CONTROL EXTERNO?

¿Legislación que lo sustenta?

- Real Decreto 235/2013 por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios y su modificación con el Real Decrero 564/2017 (incluye la definición de edificio de consumo casi nulo).
- Decreto 39/2015 de 2 de abril del Consell por el que se regula las actuaciones en materia de certificación energética de edificios de la Comunidad Valenciana.
- Orden 1/2011 de 4 de febrero de la Consellería de Infraestructuras y Transportes por el que se regula el Registro de Certificación de Eficiencia Energética de Edificios.
- DRD06/15 sobre Criterios Técnicos para el Control Externo de la Certificación de Eficiencia Energética de Edificios de Nueva Construcción.

¿En qué consiste el Control Externo?

Las fases para realizar el control externo de un edificio son las siguientes:

- Tareas Previas (tipo edificio, unidades de inspección, determinación muestreo, etc.)
- Control de Proyecto
- Control de Ejecución (visitas)
- Modelo Final e Informe Final

Determinación tipo de edificio (tarea previa)

Se establecen los siguientes tipos de D.I.C según el uso del edificio:

Uso general del edificio	DIC-Tipo
Gran terciario	DIC-1
Pequeño y mediano terciario	DIC-2
Edificios de viviendas en bloque	DIC-3
Viviendas Unifamiliares	DIC-4

Tabla I. Tipos de Edificios.

Determinación del nivel de control externo (tarea previa)

A continuación, se indican las diferentes opciones que se plantean para el nivel de control, pueden ser reducido, normal o intenso.

- Edificios con calificación de eficiencia energética "C" - Normal, "D" y "E" - Reducido
- Edificios con calificación de eficiencia energética "A" y "B" - Intenso

Determinación de las U.I. (unidades de inspección) y muestreo (tarea previa)

La determinación de las U.I. se efectuará siguiendo las indicaciones de los Anexos del DRD06/15, para cada uno de los tipos de edificios.

Se indicará para cada U.I. el tipo de verificación, documental, experimental o documental y experimental; deberán de estructurarse en las siguientes tres secciones de datos: datos generales, datos envolvente y datos instalaciones.

1. Sección primera – Datos Generales: Identifica los aspectos generales del edificio y de sus espacios. De esta primera sección de datos se extraerán los datos relativos al edificio rellenando las fichas de verificación, y realizando las comprobaciones necesarias (inspecciones visuales en obra, mediciones, comprobaciones documentales, etc.).

Tabla de verificación: 1.- Edificio y Espacios (sección I) (incluyendo iluminación en caso de edificios terciarios)

2. Sección segunda – Envolvente – Cerramientos, Huevos y Puentes Térmicos: Identifica la envolvente térmica del edificio. De esta segunda sección se extraerán los datos relativos a la envolvente (fachadas, ventanas y puertas, cubierta, etc.) rellenando la ficha de verificación oportunas con el fin de realizar las comprobaciones necesarias (inspecciones visuales en obra, mediciones, comprobaciones documentales, etc.)
3. Sección tercera – Instalaciones (según tipo): Identifica las instalaciones del edificio. De esta tercera sección se extraerán los datos relativos a las instalaciones y sus sistemas. Se tendrá para cada tipo de instalación las indicaciones del DRD06/15 por tipo de VYP (instalaciones); este aplicará en el caso de los DIC 2, 3 y 4; en el caso de edificios DIC-1 aplicará la ficha de verificación.

A lo largo de todo el control externo para cada U.I. se determinará un código de la misma según los Anexos del DRD06/15 y las siguientes tablas.

SECCIÓN PRIMERA					
			Tipo de Control		
Tipo de U.I.		Cod. Tipo	REDUCIDO	NORMAL	INTENSO
Espacios	D I C - 1	DG-ES (u,i)	Sin verif.	25% /doc	50% /doc
	D I C - 2	ES	Sin verif.	25% /doc	50% /doc
	D I C - 3	ES	Sin verif.	20% /doc	30% /doc
	D I C - 4	ES	Sin verif.	25% /doc	50% /doc

SECCIÓN SEGUNDA					
			Tipo de Control		
Tipo de U.I.		Cod. Tipo	REDUCIDO	NORMAL	INTENSO
Fachada		F (m)-(n)	Sin verif.	1 UI/1000 m2	1 UI/800 m2
Partición Interior con no hab.		P (m)-(n)	Sin verif.	1 UI/1000 m2	1 UI/800 m2
Cerramiento con terreno		T (m)-(n)	Sin verif.	1 UI/800 m2	1 UI/600 m2
Suelo con terreno		ST (m)-(n)	Sin verif.	1 UI/800 m2	1 UI/600 m2
Suelo con el exterior		S (m)-(n)	Sin verif.	1 UI/800 m2	1 UI/600 m2
Cubierta		C (m)-(n)	Sin verif.	1 UI/1000 m2	1 UI/800 m2
Medianeras		M (m)-(n)	Sin verif.	1 UI/1000 m2	1 UI/800 m2
Cerramientos Opacos (Calener GT)		DG-C-ECA	1 UI/1200 m2	1 UI/1000 m2	1 UI/800 m2
Huecos o Lucernarios (P)	Puertas (Calener GT)	PU (m)-(n)	Sin verif.	1 UI/60 uds	1 UI/40 uds
	Carpinteria y Vidrio	HC (m)-(n)	Sin verif.	1 UI/60 uds	1 UI/40 uds
	Protección Solar no Perm.	HPN (f)-(n)	Sin verif.	1 UI/60 uds	1 UI/40 uds
	Protección Solar Perm.	HPP (p)-(n)	Sin verif.	1 UI/60 uds	1 UI/40 uds

Tabla II. Muestra de tabla de Parámetros de muestreo edificios.

¿Cómo se realiza el Control de Proyecto y Control de Ejecución?

Control de Proyecto

Al comienzo del trabajo de control externo, se deberán de ejecutar las actuaciones previas de control, para la identificación y aceptación por el promotor de los datos a controlar. Documentación que nos debe facilitar el cliente:

1. Modelo HULC o CERMA (otros) incluyendo todos los archivos informáticos
2. Nombre de la empresa constructora y empresa de instalaciones térmicas en edificios
3. Número de expediente IVACE en plataforma Web
4. Fichas Técnicas y/o marcado CE según DRD (las ya disponibles en el momento de la contratación)
5. Proyecto de ejecución del edificio
6. Plan de Obra
7. Memoria Técnica/Proyecto de instalaciones térmicas en el edificio (terciario)

Una vez verificada la recepción de toda la documentación necesaria se procederá a identificar los DIC particularizados para el edificio objeto de proyecto. Estos datos son los que figuran en los ficheros de la opción de cálculo utilizada para la obtención del certificado de eficiencia energética de proyecto.

La finalidad de estas actuaciones es la comprobación de la coherencia entre estos datos iniciales de control existentes en el fichero de cálculo (DIC) y las verdaderas especificaciones de los proyectos de ejecución relativas a la calificación de eficiencia energética prevista.

Actuaciones Previas e Informe Previo

Identificación de los DIC particularizados para el edificio extraídos de los datos de los ficheros cargados en la opción de cálculo utilizados por el proyectista para la **Certificación Energética de Proyecto**, y una vez comparada con las verdaderas especiales de los proyectos.

Este informe recogerá el resultado de comparar los datos de los ficheros cargados para el cálculo utilizados por el proyectista para la certificación energética de proyecto y los datos de proyecto de ejecución.

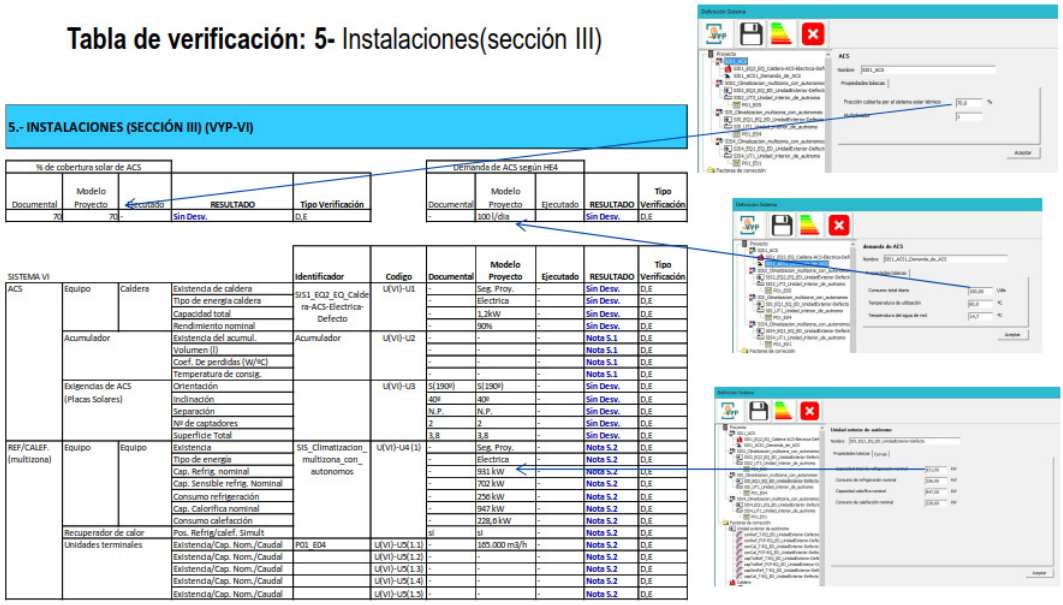


Tabla de verificación: 5- Instalaciones(sección III)

5.- INSTALACIONES (SECCIÓN III) (VYP-VI)

% de cobertura solar de ACS				
Documental	Modelo Proyecto	Ejecutado	RESULTADO	Tipo Verificación
70	70	-	Sin Desv.	D,E

Demanda de ACS según HE4				
Documental	Modelo Proyecto	Ejecutado	RESULTADO	Tipo Verificación
-	100 l/día	-	Sin Desv.	D,E

SISTEMA VI				Identificador	Codigo	Documental	Modelo Proyecto	Ejecutado	RESULTADO	Tipo Verificación
ACS	Equipo	Caldera	Existencia de caldera	SIS1_EQ2_EQ_Caldera-ACS-Electrica-Defecto	U(VI)-U1	-	Seg. Proy.	-	Sin Desv.	D,E
			Tipo de energía caldera			-	Electrica	-	Sin Desv.	D,E
			Capacidad total			-	1,2kW	-	Sin Desv.	D,E
			Rendimiento nominal			-	90%	-	Sin Desv.	D,E
	Acumulador		Existencia del acumul.	Acumulador	U(VI)-U2	-	-	-	Nota 5.1	D,E
			Volumen (l)			-	-	-	Nota 5.1	D,E
			Coef. De perdidas (W/ºC)			-	-	-	Nota 5.1	D,E
			Temperatura de consig.			-	-	-	Nota 5.1	D,E
	Exigencias de ACS (Placas Solares)		Orientación		U(VI)-U3	S(190º)	S(190º)	-	Sin Desv.	D,E
			Inclinación			40º	40º	-	Sin Desv.	D,E
			Separación			N.P.	N.P.	-	Sin Desv.	D,E
			Nº de captadores			2	2	-	Sin Desv.	D,E
			Superficie Total			3,8	3,8	-	Sin Desv.	D,E
REF/CALEF. (multizona)	Equipo	Equipo	Existencia	SIS_Climatizacion_multizona_con_autonomos	U(VI)-U4 (1)	-	Seg. Proy.	-	Nota 5.2	D,E
			Tipo de energía			-	Electrica	-	Nota 5.2	D,E
			Cap. Refrig. nominal			-	931 kW	-	Nota 5.2	D,E
			Cap. Sensible refrig. Nominal			-	702 kW	-	Nota 5.2	D,E
			Consumo refrigeración			-	250 kW	-	Nota 5.2	D,E
			Cap. Calorífica nominal			-	947 kW	-	Nota 5.2	D,E
			Consumo calefacción			-	228,6 kW	-	Nota 5.2	D,E
	Recuperador de calor		Pos. Refrig/calef. Simult			si	si	-	Nota 5.2	D,E
	Unidades terminales		Existencia/Cap. Nom./Caudal	P01_E04	U(VI)-U5(1.1)	-	165.000 m3/h	-	Nota 5.2	D,E
			Existencia/Cap. Nom./Caudal		U(VI)-U5(1.2)	-	-	-	Nota 5.2	D,E
			Existencia/Cap. Nom./Caudal		U(VI)-U5(1.3)	-	-	-	Nota 5.2	D,E
			Existencia/Cap. Nom./Caudal		U(VI)-U5(1.4)	-	-	-	Nota 5.2	D,E
			Existencia/Cap. Nom./Caudal		U(VI)-U5(1.5)	-	-	-	Nota 5.2	D,E

Figura 1. Tabla de verificación de instalaciones.

Realización del control externo

Esta fase contempla la verificación documental de aquellas fichas técnicas, cálculos de proyecto y comprobaciones experimentales en obra necesarias para la verificación de la calificación energética.

Se realizarán visitas a obra, de cada una de las visitas a obra se ejecutará un "Acta de Inspección", indicando las desviaiciones con respecto al proyecto.



Figura 2. Detalle de montaje de aislamientos – visita a obra.

¿QUÉ SE OBTIENE DEL CONTROL EXTERNO?

Identificación de los datos finales de obra (DFO)

Como resultado de las verificaciones experimentales y documentales realizadas y en comparación de éstos con los DIC de partida. Los DFO constarán en los partes de control de visita a obra. Concluidos el edificio y las visitas de control, en caso de desviaciones significativas entre los DIC y los DFO, se procederá al cálculo de la calificación de eficiencia energética del edificio terminado, para su comparación con la inicial, utilizando la misma opción de cálculo.

Emisión del informe de control externo

Incluyendo los resultados finales y las conclusiones de las verificaciones de control realizadas de todo tipo, y en su caso, de los informes parciales que pudieran haberse emitido durante la ejecución de las obras, cálculos si fuera el caso, etc.

En aquellos casos que la modificación del modelo proyectado pueda ser valorada como no necesaria, al no influir en la calificación energética final, se podrá realizar según técnico de control externo una valoración de la misma.

Una vez finalizada la visita de obra, o bien revisión documental, con ayuda de las Fichas de Verificación con los Datos Iniciales de Control (DIC), se comprobará durante la ejecución de los trabajos la no desviación de estos.

En el caso de no coincidencia se indicará la situación como "desviación/notas" (no conformidades), con respecto al modelo de certificación energética de proyecto. Esta desviación se registrará y procederá a la modificación del modelo. En el caso de que la desviación no origine cambios en la calificación global y final del edificio se podrá aceptar dicha desviación, sin cambios en el modelo final.

SOSTENIBILIDAD Y CONTROL EXTERNO

¿Qué es una Edificación Sostenible?

Actualmente la sostenibilidad de los edificios es un punto clave para alcanzar la optimización y compromisos con el medio ambiente y las personas; el sello contribuye mejorando la relación de la empresa y sus edificios con el medio ambiente, consiguiendo incrementar la productividad, diseñando los entornos de trabajo para una mejor adaptación a las personas y reduciendo los costes operativos de los edificios.

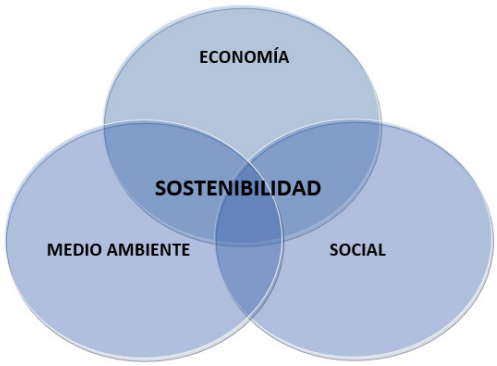


Figura 3. Modelo de sostenibilidad.

Según BREEAM se considera económicamente que para un nuevo edificio la voluntad de conseguir el sello representa un incremento entre el 3 y 5 % del presupuesto del edificio, según tipos, y que puede llegar a ser compensado a lo largo del tiempo en menos de 5-10 años de vida del edificio. Todo ello sin tener en cuenta aquellas repercusiones no económicas como el bienestar de las personas o alineación de la empresa con su responsabilidad sobre el medio ambiente. Para conseguir la sostenibilidad en el edificio, un sello tras una auditoría es crucial para garantizarla.

¿Qué ventajas da el Control Externo a los modelos de sostenibilidad como BREEAM?

Los requisitos en que se centra para Nueva Construcción o Vivienda el sello se dividen en las siguientes categorías: Gestión, Bienestar y Salud, Energía, Transporte, Agua, Materiales, Residuos, Uso de Suelos y Ecología y Contaminación.

El modelo BREEAM está orientado de forma que solo el 1% de los edificios puedan considerarse como Excepcionales considerándose como un edificio innovador, el 10% entrarían dentro de Edificios Excelentes, el 25% Muy Buenos, el 50% Buenos y el 75% como Correctos.

El modelo también permite tener el sello primero durante la fase de proyecto, y posteriormente durante la fase de ejecución; o bien, directamente un edificio diseñado con los requisitos y criterios BREEAM para obtener el sello al final de la ejecución del edificio.

Unos de los requisitos más importantes y puntos más transcendentes de la sostenibilidad es el consumo y la demanda energética, del modelo BREEAM es el ENE1, referido a la Certificación Energética del Edificio; premia aquellos edificios con mejor calificación energética, tanto en el caso del proyecto sino también tras el control externo de la obra terminada. Un buen Control Externo permite también identificar aquellos puntos de baja sostenibilidad, pero eficientes energéticamente como pueden ser la satisfacción de demanda energética por consumos eléctricos. Permitiendo y orientando al edificio a nuevas alternativas energéticas en los requisitos de las categorías relacionadas con la contaminación, salud y bienestar, energía o materiales.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a IVACE-GVA la formación inicial realizada a las entidades de control externo para el fomento de la actividad y en particular a TÜV SÜD por permitir el desarrollo de esta actividad por iniciativa de los propios Técnicos implicados en la misma impulsado e implicando a Técnico Multidisciplinares (ingenieros, arquitectos, aparejadores, etc.) en un fin común: un mundo más sostenible.



Figura 4. Logotipo TÜV SÜD.

REFERENCIAS

- Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, documentos básicos de Ahorro de Energía y Salubridad (HS5).
- Real Decreto 1027/2007 por el que se aprueba el RITE y sus Instrucciones Técnicas, incluyendo las modificaciones y correcciones posteriores.
- Normas UNE-EN de aplicación.
- DRD06/15 sobre Criterios Técnicos para el Control Externo de la Certificación de Eficiencia Energética de Edificios de Nueva Construcción.
- Manual BREEAM ES Nueva Construccion_ED02 - IPC-BREEAM-01-12.
- Guías Técnicas de referencia del IDAE y el IVACE (organismos oficiales).

VALORACIÓN EFICIENTE: LA HIPOTECA DEL FUTURO ES VERDE

Eduardo Serra Gesta, Presidente, CoHispania
Marisa Molina Muñoz, Directora General, CoHispania
Juan Manuel Méndez Izuel, Director Técnico, CoHispania

Resumen: El sector de la valoración tenía un papel fundamental a la hora de diseñar un modelo de valoración que tuviera en cuenta las características de eficiencia energética y sostenibilidad de los edificios. Hace 14 meses, CoHispania adoptó ese compromiso mediante su adhesión a la iniciativa EeMAP, cuyo objetivo es crear una hipoteca europea «verde» o de eficiencia energética para incentivar a los prestatarios a mejorar la eficiencia energética de sus propiedades o adquirir nuevas con una alta eficiencia energética. Tras meses de trabajo, ya ha visto la luz un modelo de valoración y tasación de edificios energéticamente eficientes y sostenibles bajo la Orden ECO 805/2003, fundamental para que las entidades financieras comiencen a comercializar hipotecas verdes en España. Este informe de valoración permite a la entidad financiera observar de forma simplificada las características eficientes del edificio a financiar e incluye, para el usuario final, una guía de recomendaciones y un resumen sobre la sostenibilidad de su inmueble, dividido en cuatro grandes grupos: Sostenibilidad, Eficiencia energética, Salud y Bienestar y Construcción e instalaciones y tiene en cuenta las exigencias de los certificadores más extendidos en España: BREEAM, LEED, Passivhaus y VERDE.

Palabras clave: Valoración Eficiente, Hipoteca Verde, Edificios de Consumo de Energía casi Nula, Eficiencia Energética, Sostenibilidad, Tasación Inmobiliaria

EVOLUCIÓN DE LA OFERTA Y NECESIDAD DE FINANCIACIÓN

En España se han superado los 660 proyectos BREEAM certificados o en proceso de evaluación. Esta evolución se hace patente si comparamos las cifras actuales con las de hace unos años; por ejemplo, en 2014 había 15 edificios de oficinas trabajando con BREEAM, actualmente son más de 200 proyectos. Por otra parte, en los últimos 4 años España ha pasado de 40 viviendas sostenibles a más de 13.000 repartidas en un centenar de promociones residenciales y ya hay 95 centros comerciales. En cuanto a certificaciones LEED, España cuenta con 5,81 millones de metros cuadrados brutos en 299 proyectos, 100 edificaciones VERDE, según la memoria 2018 de GBCe y por último, el estándar de construcción PASSIVHAUS supera en nuestro país los 80.000 metros cuadrados certificados.

La Directiva 2010/31/UE, establece en su Artículo 10 (Incentivos financieros y barreras de mercado), una serie de medidas enfocadas a la consecución de los objetivos de norma, así como a facilitar su ejecución, y en especial este articulo versa sobre la conveniencia de facilitar, incentivar y procurar tanto la financiación privada como pública, que podrá ser de ámbito estatal en los países miembros o de nivel europeo, incluso con la utilización de fondos al efecto.

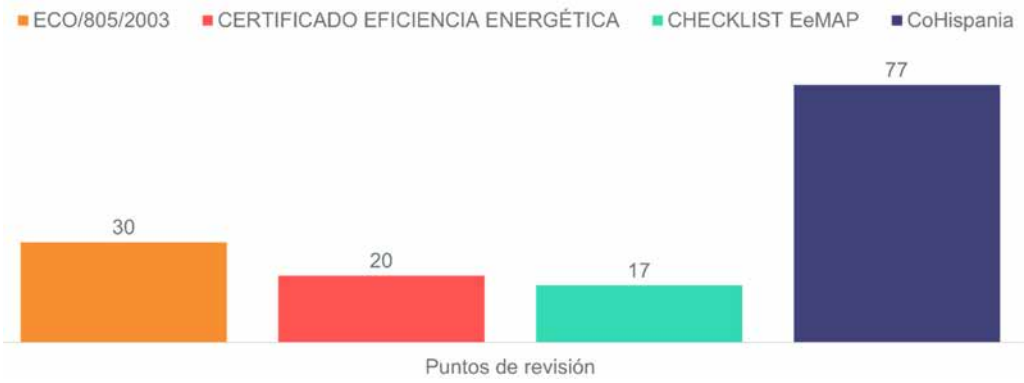


Figura 1. Nivel de Profundidad del Modelo de Valoración eficiente.

Tras meses de trabajo, ya es una realidad el modelo de valoración de Edificios de Consumo de Energía Casi Nula y sostenibles, una tipología de edificación que, aun siendo escasa en España, cada día son más el número de inmuebles que se construyen conforme a las certificaciones, Breeam, Leed, Passivhaus o Verde, así como la demanda de los mismos por parte de una sociedad cada vez más concienciada.

La sostenibilidad y la eficiencia energética en la tasación es absolutamente posible y tiene en cuenta parámetros que no se encuentran en una valoración tradicional, fundamentalmente por el mero desconocimiento. En el método de homogeneización está implícita la aplicación de este sistema para poder calcular el Valor de Mercado de una edificación sostenible, pues lo que se hace es determinar y valorar las diferencias entre el bien a valorar y los comparables existentes.

EL MODELO DE VALORACIÓN SOSTENIBLE

Teniendo en cuenta que la finalidad de buena parte de este tipo de valoración será la de obtener financiación a través de una garantía hipotecaria, el límite legislativo para crear este modelo es la Orden ECO/805/2003 y sus posteriores modificaciones.

Esta orden ministerial no resulta contraria ni a la Eficiencia Energética ni la Sostenibilidad, si no que una de las características fundamentales y diferenciadora de inmuebles poco eficientes debe ser contemplada en la valoración. De no ser así, se pasa a omitir información cualitativa del bien, que puede influir en sus costes de construcción, cuestión fundamental en una valoración y en el propio valor del bien, determinante en las operaciones hipotecarias. Por tanto, es necesario (y en breve imprescindible) conocer, considerar y asumir que la Eficiencia Energética o la Sostenibilidad están intrínsecamente relacionadas con el coste y el valor. En el año 2014, la Asociación Española de Análisis del Valor (AEV) redactó el Estándar para la Normalización de Comparables en el que se consideran muchos de los factores fundamentales para las edificaciones sostenibles como (a modo de ejemplo que no limitativo): asoleo, factores ambientales negativos o el certificado de Eficiencia energética, entre otros. Dicho Estándar es de obligado cumplimiento por todos los asociados de la AEV y permite determinar la idoneidad del comparable para ser usado en una valoración.

Informe de comprobaciones sobre eficiencia y sostenibilidad

Toda la finalidad del informe es la mera valoración, sin menoscabo de una recopilación y la agregación de una serie de datos que sirven de referencia al cliente a la hora de solicitar un préstamo hipotecario o, en el caso del cliente crediticio, medir la calidad en términos de eficiencia en la concesión de una Hipoteca Eficiente o Hipoteca Verde. Por tanto, es fundamental, la implicación y la colaboración de los interesados en la aportación de los documentos que permitan cotejar las características que hacen del inmueble que sea eficiente energéticamente o sostenible.

Análisis de costes y cálculo del valor

Se trata de las partes más importantes desde el punto de vista de la valoración.

Determinación de costes de construcción (Aplicación del método de coste)

Durante el proyecto, CoHispania y su equipo de asesores ha profundizado en el análisis de los costes que conlleva el cumplimiento de las limitaciones y rangos establecidos en el Código Técnico de la Edificación y en las exigencias que impone el modelo Passivhaus entre otras, mediante simulaciones sobre proyectos teóricos, aplicando en las diferentes zonas climáticas, rangos de cumplimiento para alcanzar calificaciones energéticas diversas y se han contrastado con las necesidades de envolvente o instalación de edificios pasivos. De forma añadida, CoHispania cuenta con una base de datos, que se acrecienta constantemente y que permite llegar a determinar, conforme a los requisitos que establece la ORDEN ECO/805/2003, cuál es el coste de construcción de un inmueble, cualquiera que sean sus características, siendo esto algo habitual en el trabajo diario de la valoración y a lo que los valoradores están habituados y en lo que son expertos puesto que su actividad diaria en la valoración abarca adicionalmente, entre otras tareas, generalmente la dirección de obras, así como la redacción y mediciones de proyectos.

El tópico de los costes de construcción de las edificaciones sostenibles y energéticamente eficientes. ¿Una construcción de este tipo tiene unos costes de construcción superiores a los de una edificación tradicional? Una respuesta poco razonada diría que claramente que sí. No obstante, los costes de los materiales en la construcción están en relación directa con los avances tecnológicos y los aumentos en la producción de los mismos. A mayor producción, los costes serán más bajos y por lo tanto, una transformación el mercado sin necesidad de aumentar precios. Pero para esto todavía queda un largo recorrido como es el del autoconsumo o la integración de energías renovables o alternativas de consumo de los inmuebles. Concretando en las construcciones energéticamente eficientes, el precio de una vivienda Passivhaus (dependiendo del diseño y de la superficie construida) puede llegar a tener un coste de construcción igual o similar al de una construcción tradicional y, en el peor de los casos puede llegar a tener un coste adicional de entre un 5% a un 10%.

Determinación del valor de mercado por el método de comparación en venta o arrendamiento

El objetivo final de una valoración, es de forma general, y en particular en las valoraciones realizadas con finalidades asociadas a la obtención/otorgamiento de un préstamo hipotecario, la determinación de un Valor Hipotecario, que a menudo coincide con el Valor de Mercado, obtenido bien por comparación o bien por actualización de rentas de mercado. Hasta hace pocos meses, la posibilidad de aplicar el Método de Comparación podría antojarse casi imposible. A día de hoy, es notable y creciente la disponibilidad de información de mercado de inmuebles con todo tipo de calificaciones energéticas, con certificados de eficiencia como BREEAM, LEED, PASSIVHAUS o VERDE.

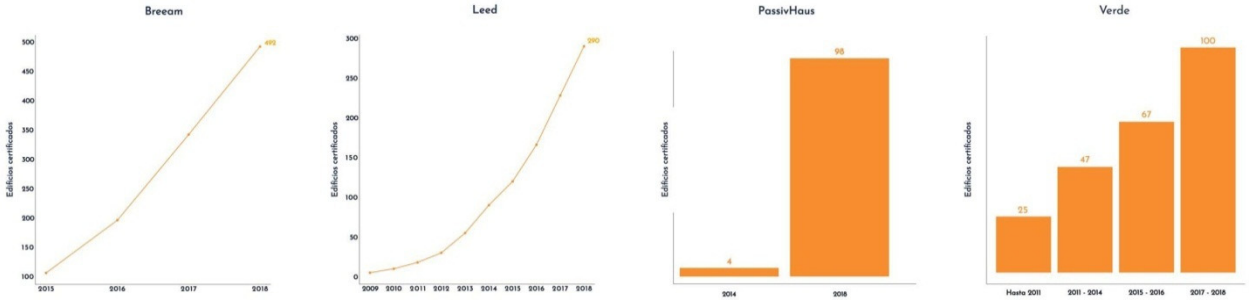


Figura 2. Mercado de comparables de EECN y Sostenibles.

Cuando la ECO establece en su Artículo 4 la definición de «comparables» indicando que son inmuebles que se consideran «similares» al inmueble objeto de valoración o «adecuados» para aplicar la homogenización, teniendo en cuenta su localización, uso, tipología, superficie, antigüedad, estado de conservación, u otra característica física relevante. La norma no dice que deban ser idénticos, pues la principal característica del mercado inmobiliario es su heterogeneidad, sino que habla de «similares» e incluso ante la inexistencia de estos se refiere a estos como «adecuados». Por lo tanto, es posible acogerse a esta interpretación para hacer una comparación con datos de mercado que no sean exactamente idénticos y que se proceda a realizar una homogenización teniendo en cuenta la diferencia en sus características o incluso, como dice la ECO, con «otra característica física relevante». ¿Qué hay más relevante que la diferencia en los materiales de construcción, las instalaciones, su sostenibilidad, su potencial de reciclado, su eficiencia energética, etc?. Todos estos elementos son los que permiten realizar una comparación entre la vivienda sostenible y energéticamente eficiente con una que no lo es.

La metodología de transformación a una «vivienda equivalente» es la que da sentido a la valoración, y eso es declarado en la ECO como proceso de «homogenización».

Aun así cabría la posibilidad de que alguien interpretara que no existe mercado similar en el entorno y por lo tanto no es posible calcular el Valor de Mercado utilizando el Método de Comparación. Para ello, la ECO, sabiamente, determinó que el mercado representativo se calificaba o adjetivaba como «local». Es decir «el mercado inmobiliario sectorial siempre que resulte representativo para su comparación dentro del territorio nacional». Por lo tanto, el ámbito de comparación ya no se limita al entorno inmediato sino a cualquier otro punto de la geografía nacional. Para ello se debe recurrir a la determinación de una «clusterización o agrupación» de municipios que pudieran llegar a ser semejantes y por lo tanto dispongan de datos de comparables similares. A esto hay que añadir que el número de ofertas en el mercado inmobiliario español y las edificaciones que son certificadas por los 4 principales certificadores va en aumento progresivo con incrementos anuales que superan los 30 puntos porcentuales, por lo que el argumento, hasta ahora esgrimido, de que la inexistencia de mercados similares o semejantes imposibilita la aplicación del Método de Comparación de la ECO/805/2003, deja de tener sentido.

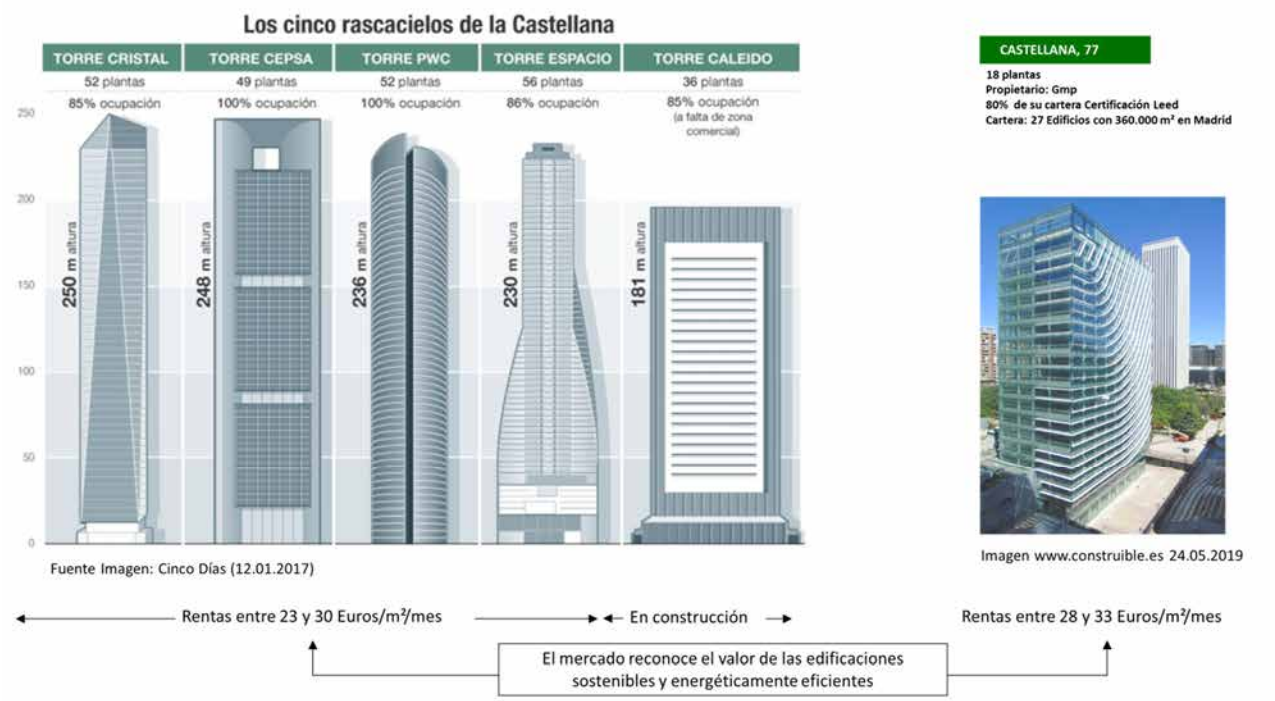


Figura 3. Método de comparación.

Estructura del modelo de valoración eficiente

8. Consideración de los elementos evaluados en los 4 Certificados
9. Estructuración de la evaluación a través de 4 grandes apartados
    9.1. Eficiencia Energética
    9.2. Sostenibilidad
    9.3. Salud y bienestar
    9.4. Construcción e Instalaciones
10. Parámetros básicos de partida
    10.1. Zona climática según CTE
    10.2. Tipo de edificación
    10.3. Tipo de obra
    10.4. Estado
11. Información complementaria
    11.1. Existencia de certificado energético del edificio y vigencia
    11.2. Calificación energética
    11.3. Posesión de certificación sostenible
    11.4. Certificador y categoría de certificación
    11.5. Existencia de guía de usuario



Elementos objeto de Valoración

- Eficiencia Energética
    - Coeficientes de Transmisión térmica
        - Muro
        - Cubierta
        - Solera
        - Huecos
    - Calefacción
        - Demanda de Calefacción

        - Valor de referencia demanda de calefacción
    - Refrigeración
        - Demanda de refrigeración
        - Valora de referencia demanda de refrigeración
    - Hermeticidad
    - Sistema de Ventilación
    - Sistema de Iluminación
    - Consumo de energía primaria no renovable

- Sostenibilidad
    - Consumo de agua y reutilización
    - Orientación del edificio – Sistema Solar pasivo
    - Materiales ambientalmente preferibles
    - Acceso a transporte público / movilidad sostenible
    - Gestión mejorada de residuos de construcción
    - Sistema de ascensor en edificios eficientes
    - Electrodomésticos de bajo consumo energético
    - Rehabilitación: Conservación de fachada y estructura

- Salud y bienestar
    - Materiales saludables
    - Iluminación Natural
    - Vistas
    - Eficiencia acústica
    - Calidad del aire interior
    - Empleo de filtros

- Construcción e instalaciones
    - Aspectos de conservación y mantenimiento del edificio
        - Antigüedad del inmueble
        - Antigüedad de la última reforma
        - Estado de conservación
    - Aspectos energéticos del inmueble
        - Consumo de energías renovables
    - Instalaciones activas
        - Generación de energías renovables – Autoconsumo
        - Sistemas de producción térmica
        - Generación de ACS
        - Sistemas de control inteligente

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En base a los puntos analizados y los resultados obtenidos, se extraen las conclusiones oportunas.

Como se puede observar en el Gráfico, el inmueble presentaría un buen nivel de Eficiencia Energética, y es muy cuidadoso con aspectos relacionados con Salud y Bienestar, si bien se puede considerar que no alcanza los niveles adecuados, para su calificación como Edificio Sostenible, El inmueble valorado presenta unas buenas características constructivas, dada su antigüedad (recientemente rehabilitada) y se puede considerar que su compromiso con Medio Ambiente es elevado, en base a la utilización de Energías Renovables.



Figura 4. Resultado ficticio tras la valoración de un inmueble.

VALORACIÓN FINAL

Tal y como se puede ver en el gráfico, el inmueble objeto de valoración presenta unas características que lo sitúan cerca de lo que se denominaría como edificio objeto de una hipoteca verde desde el punto de vista de Eficiencia Energética, Sostenibilidad, Salud y Bienestar.



ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE UN EDIFICIO EECN: CASO DE ESTUDIO

Elisabet Uson Maimó, Arquitecta, Estudiante del Master "Arquitectura y Sostenibilidad" de la School of Professional & Executive Development, (UPC) Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona TECH
Ezequiel Uson Guardiola, Dr. Arquitecto, Profesor del Master "Arquitectura y Sostenibilidad" de la School of Professional & Executive Development, (UPC) Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona TECH
Carles Guillen Amigó, Ingeniero Industrial, Profesor del Master "Arquitectura y Sostenibilidad"de la School of Professional & Executive Development, (UPC) Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona TECH

Resumen: Este documento se basa en la tesina elaborada por la autora principal como trabajo académico en el Máster de la UPC" *Arquitectura y sostenibilidad: Herramientas de diseño y técnicas de control ambiental*". Se trata de una investigación aplicada que tiene como objeto el análisis y la evaluación energética del proyecto de un *Centro de atención para persona mayores, residencia y centro de día"* que ha sido proyectado como un edificio EECN para dar cumplimiento a la directiva europea 2010/31/EU "*EU Directive on the Energy performance of Buildings".* La ponencia analiza las estrategias y evalúa las tecnologías utilizadas en el proyecto para conseguir los dos grandes objetivos genéricos de un edificio EECN: reducción del consumo de energía fósil y producción de energía a partir de fuentes renovables en el propio edificio. La investigación se ha llevado a cabo utilizando una amplia variedad de herramientas de software de simulación y evaluación energética: Meteonorm, Climate Consultant, ArchiWIZARD y DesignBuilder.

Palabras clave: Directiva Europea 2010/31/EU, Edificio EECN, Softwares de Simulación y Evaluación Energética

INTRODUCCIÓN

En la Unión Europea el 36 % del total de las emisiones de gases de efecto invernadero proviene del sector de la edificación. Los edificios consumen un 40% de la energía total, por encima de los sectores del transporte (32%) y la industria (28%). Dos tercios de la energía consumida en los edificios se destinan a la calefacción y refrigeración. La UE considera que este consumo es excesivo y genera demasiadas emisiones. El consejo europeo se ha propuesto para el año 2020 reducir las emisiones de efecto invernadero en un 20%, disminuir el 20% el consumo energético e incorporar las energías renovables en un 20% en el mix energético. Para conseguir estos objetivos se elaboró la directiva 2010/31/EU. Por ello, en los estados miembros, todos los edificios de nueva planta deberán ser EECN a partir del 31 de diciembre de 2020.

En nuestro país, la normativa de aplicación que establece las exigencias mínimas que deben cumplir los edificios en cuanto a la limitación del consumo energético y producción de energía a partir de fuentes renovables para reducir las emisiones se detalla en el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE) del Código Técnico de la Edificación (CTE). Desafortunadamente la normativa española es menos exigente que la de otros países de la UE para dar cumplimiento a la directiva 2010/31/UE y aunque el DB-HE ha ido incorporando algunas actualizaciones a lo largo de estos últimos años, ninguna de ellas ha sido substancial.

El edificio EECN

En este contexto y de acuerdo con la definición de la Directiva europea 2010/31/UE, un edificio de energía casi nula EECN, (nearly Zero Energy Building, nZEB, en inglés) es un edificio con un alto nivel de eficiencia energética en el que la ya reducida cantidad de energía requerida para su funcionamiento debería proceder casi en su totalidad de fuentes renovables. Es evidente que la definición de EECN presenta algunas ambigüedades: no se establecen indicadores principales para definir un edificio EECN (Fig 1) ni tampoco la metodología de cálculo para evaluar el consumo energético. Tampoco nada se dice sobre el proceso a seguir en las construcciones ya existentes para su reconversión en EECN. Según un informe del *BPIE (Buildings Performance Institute Europe*), quince países europeos ya han precisado estos extremos, sin embargo, este todavía no es el caso de España.

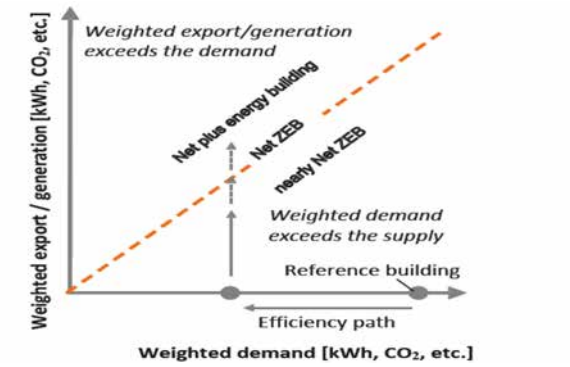


Figura 1. Nearly Net Zero energy Building, Net Zero energy Building, Net plus energy Building.

Objetivos y metodología de la investigación

En esta investigación se pretende primero evaluar las demandas y consumos resultantes de la aplicación de las estrategias pasivas y activas en el proyecto del edificio y posteriormente evaluar la capacidad de producción de energía eléctrica para autoconsumo a partir de fuentes renovables (en este caso con una planta fotovoltaica situada en la cubierta del edificio). Ello permitirá calcular el porcentaje de la energía total que el edificio es capaz de producir. Al tratarse de un edificio "estándar" no diseñado específicamente para producir energía fotovoltaica, este dato nos facilitará información práctica sobre el grado de cumplimiento de la directiva europea en el entorno climático de nuestro caso de estudio.

Caso de estudio: Centro de atención a personas mayores, residencia y centro de día en Mequinenza

El proyecto elegido para realizar esta investigación es una residencia asistida para la tercera edad que dispone de servicio de residencia con una capacidad de 76 plazas y de un centro de día. La superficie construida total del edificio es de 4.164,60m2. En las plantas baja y primera se ubican el centro de día y las dependencias de servicio, en las plantas segunda y tercera la residencia (zona de dormitorios). El proyecto adjudicado mediante concurso público, cumple con los requisitos del Pliego de prescripciones técnicas, así como las indicaciones señaladas por los SS. TT. del Ayuntamiento de Mequinenza. (Fig 2)



Figura 2. Planta del edificio en su emplazamiento.

REDUCCIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA: CONSUMO FINAL

Entorno climático

El edificio está situado en Mequinenza (Zaragoza), 41,37 LATITUD [ºN], 0'30 LONGITUD [ºE], 74 ALTITUD [msnm]. Se encuentra en la zona climática C3. Según la tabla B.1 del DB HE del CTE. Los inviernos son fríos y húmedos y pueden registrarse temperaturas de varios grados bajo cero. Los veranos son muy cálidos y secos y la temperatura puede alcanzar valores superiores a los 40º. (Fig 3). Se trata de un clima continental seco en el que se disfruta de una temperatura situada dentro del rango de confort térmico solamente el 22% de las horas del año. Por tanto, se necesitarán sistemas de calefacción y refrigeración.

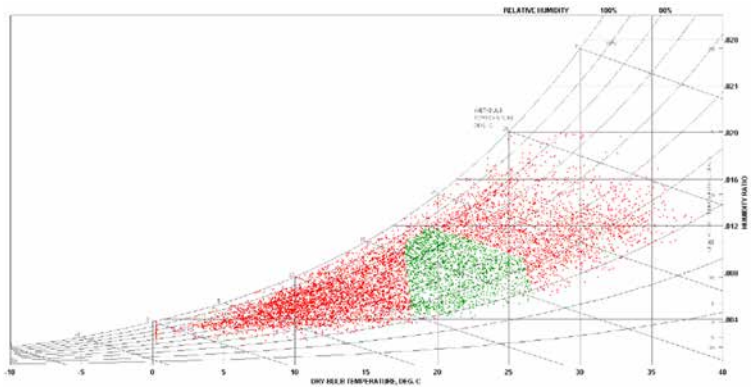


Figura 3. Ábaco psicométrico de Mequinenza, confort horario. Fuente: software ClimateConsultant.

Sistemas pasivos

La envolvente se ha diseñado de acuerdo con el entorno climático y para dar cumplimiento a las exigencias del DB-HE 1del Código Técnico de la Edificación (CTE) y a los requerimientos del estándar Passivhaus. (Tabla I) Se ha proyectado una fachada ligera ventilada con máximo aislamiento y estanqueidad. La regulación de la radiación solar se ha resuelto con persianas venecianas de lamas orientables, cuyas dimensiones y orientación permiten regular la radiación solar evitando las cargas térmicas indeseadas en el periodo estival y permitiendo al mismo tiempo la visión y la iluminación natural. Para la iluminación natural de los pasillos interiores de las dos plantas de habitaciones se han diseñado unos pozos de luz que sobresalen en la cubierta.

Comprobación del cumplimiento de los requerimientos del estándar *Passivhaus*:

PARÁMETRO	PASSIVHAUS (U)	CASO DE ESTUDIO (U)	
Acristalamiento	< 0,8 W/m².k	0,7 W/m².k	CUMPLE
Muros exteriores	0,1-0,15 W/m².k	0,10 W/m².k	CUMPLE
Cubierta	0,1-0,15 W/m².k	0,10 W/m².k	CUMPLE

Comprobación del cumplimiento de las exigencias del DB HE 1

PARÁMETRO	CTE DB HE1 (U)	CASO DE ESTUDIO (U)	
Acristalamiento	<3,10 W/m².k	0,7 W/m².k	CUMPLE
Muros exteriores	<0,75 W/m².k	0,10 W/m².k	CUMPLE
Cubierta	<0,50 W/m².k	0,10 W/m².k	CUMPLE

Tabla I. Coeficientes de Transmitancia de la envolvente.

Sistemas activos

- Renovación del aire mediante ventilación mecánica: Se ha proyectado un sistema de renovación de aire, con unidades de recuperación de calor de doble flujo y de alta eficiencia (80%), con regulación electrónica y motor EC. Dispone de un intercambiado de contraflujo, bypass total dos filtros en aspiración clases F-7 y control de regulación. También se dispone como sistema de apoyo de una batería de agua (calor/frío). Con este sistema, en invierno el aire de entrada se introducirá a una temperatura superior a la del ambiente exterior y en verano, debido al sistema de climatización del edificio, este aire podrá ser refrescado.
- Calefacción, refrigeración y ACS: En el proyecto se ha previsto un sistema de producción de calor y frío mediante aerotermia con bombas de calor Aire-Agua para un circuito de calefacción y refrigeración (suelo radiante y refrescante) que también permitirá producir agua caliente para la red doméstica (ACS). Las bombas de calor propuestas son de alto rendimiento con un COP de 4,6, por lo que por cada kWh eléctrico consumido podríamos obtener hasta 4,6kW térmicos, y un SEER de 6,1, por ello se consideran energéticamente eficientes. Para garantizar el rendimiento de las bombas de calor cuando las temperaturas exteriores son muy frías, se han incorporado como apoyo dos calderas de gas. El uso de estas calderas, según los datos de demandas de calefacción obtenidos, no parece necesario. Aun así, es conveniente disponer de ellas, sobre todo para la generación de ACS en momentos puntuales.
- Demandas y consumos resultantes: Se han utilizado los softwares ArchiWIZARD y Design Builder para la evaluación energética del edificio en el entorno climático de Mequinenza para evaluar los sistemas pasivos y activos ya definidos, obteniéndose resultados similares. (Fig. 4)

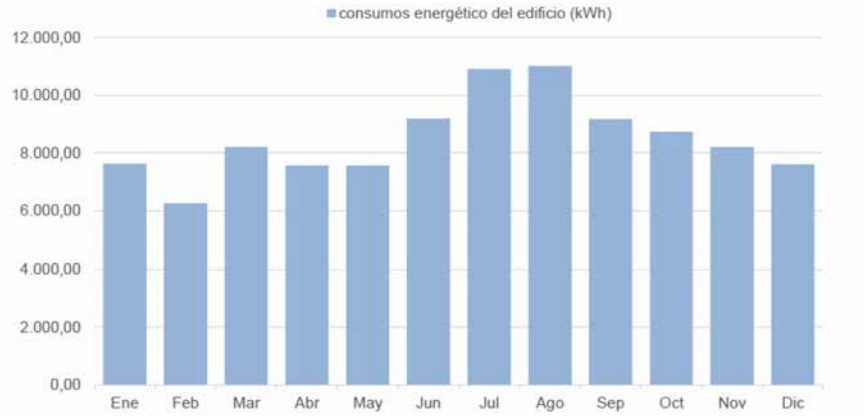


Figura 4. Consumos mensuales del edificio. Valores obtenidos con el software DesignBuider. Fuente: elaboración propia.

Según los resultados obtenidos con el Software DesignBuilder, el consumo anual del edificio asciende a 102.578,56 kWh/a por lo que al tratarse de un edificio de 4164'60 m2 resulta un consumo de 24'63 kWh/m2.

PRODUCCIÓN DE ENERGÍA A PARTIR DE FUENTES RENOVABLES: PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA CUBIERTA

Para realizar el cálculo y el dimensionado del campo de energía solar fotovoltaica previsto en la cubierta del edificio se ha utilizado el programa de software *ArchiWIZARD*.

Dimensionado y características del campo solar fotovoltaico

Tipo de panel: silicio policristalino, medidas 0,99 x 1,96m. Inclinación: (según la fórmula para la inclinación óptima anual en función de la latitud) $\beta_{opt} = 3,7 + 0,69$. Latitud = 3,7 + (0,69 x 41,37) = 32,25º. Orientación: (ángulo azimud) 0º.Rendimiento: 17,0%.Potencia pico: 330 Wp/panel. Potencia pico total del campo fotovoltaico: 60,1 KWp (183 paneles). Coeficiente de temperatura: -0,46%/ºC. Distancia ente filas de módulos: Se ha realizado el cálculo con el programa ArchiWIZARD, para el día más desfavorable (21 diciembre 13h) la distancia mínima entre paneles es 5 m. (Fig. 5)

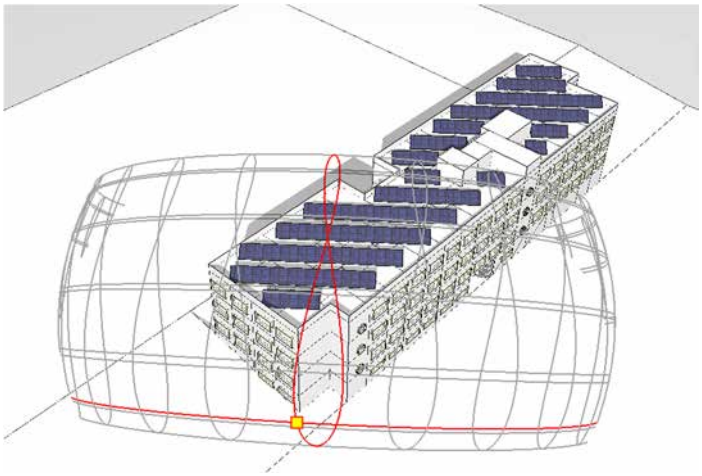


Figura 5. Imagen de la cubierta del edifico con los paneles fotovoltaicas. Fuente: ArchiWIZARD.

La producción anual de energía del campo fotovoltaico de la cubierta del edificio asciende a **80.075Kwh/a**. Dado que el consumo anual del edificio edificio es de **102.578,56kWh/a.** Por ello si toda la energía producida se consumiera y no hubiese excedentes en ningún mes, un 78% del consumo energético del edificio procedería de fuentes de energía renovable. (Fig.6)

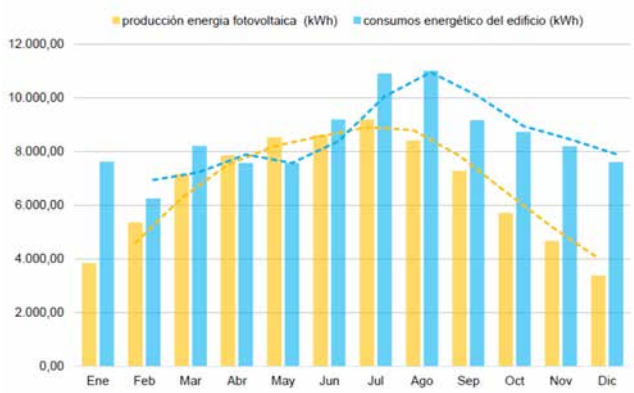


Figura 6. Producción mensual de Energía eléctrica y de consumo energético, datos de DesignBuilder y ArchiWIZARD. Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Se ha comprobado la validez y utilidad de los programas de software para evaluar el comportamiento energético de los edificios en fase de proyecto. En este caso de estudio se han realizado dos simulaciones del edificio con dos programas de Software diferentes (*ArchiWIZARD* y *DesigBuilder*) y los resultados obtenidos han sido muy similares.

Escogiendo los sistemas pasivos y activos adecuados pueden obtenerse consumos y demandas por debajo de las exigencias del DB-HE 1 del Código Técnico de la Edificación (CTE). En este caso, las demandas resultantes obtenidas en el edificio, objeto de estudio, cumplen además los requerimientos del estándar Passivhaus para clima mediterráneo (estándar elaborado para países con climas mucho más fríos que España) y cuyas exigencias son mucho más restrictivas que las de la normativa vigente española.

Con los niveles de radiación solar de nuestro país, (zona IV en el caso de estudio) son viables los edificios EECN, puesto que a partir de fuentes renovables se puede generar casi la totalidad de la energía que consume el edificio. En nuestro caso, un campo fotovoltaico situado en la cubierta permitiría producir un 78% del consumo eléctrico anual.

Finalmente, y tal y como han hecho otros países de la UE, sería deseable que se actualice el CTE incorporando una definición propia y más detallada de los edificios EECN. Especialmente importante es la concreción del porcentaje mínimos obligatorio de energía que debe producirse “in situ” a partir de fuentes renovables.

REFERENCIAS

[1] ArchiWIZARD. Programa de software. Herramienta de simulación energética de edificios.
[2] ClimateConsultant. Programa de software. Permite a partir de un fichero de clima, visualiza y analizar los datos climáticos, además de proporcionar un método de elección de las estrategias pasivas más idóneas.
[3] Código Técnico de la Edificación, Documento Básico de Ahorro de Energía.
[4] DesignBuilder. Programa de software. Herramienta de simulación energética de edificios más destacados del panorama actual.
[5] Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19th May 2010 on the energy performance of buildings, official Journal of the European Union. <http://www.europarl.europa.en/>
[6] Máster Arquitectura y sostenibilidad: Herramientas de diseño y técnicas de control ambiental. School of profesional & Executive Development, (UPC) Universidad Politècnica de Catalunya. Curso académico 2018-2019.
[7] Meteonorm. Programa de software. Proporciona datos meteorológicos para cualquier sitio del mundo mediante valores mensuales, diarios u horarios.
[8] VOSS K., SARTORI I. LOLLINI R. ,2012, “Nearly-zero, NetZero and Plus Energy Buildings-How definitions & regulations affect the solutions.” REHVA journal- December 2012, p.24
[9] R.D. Ley 15/2018. Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. <https://www.boe.es/boe/dias/2018/10/06/pdfs/BOE-A-2018-13593.pdf>
[10] https://ec.europa.eu/energy /eu/topics /energy-efficiency /buildings (consulta abril 2019)

PLAN ZERO PLANA: ALTA EFICIENCIA EN ALQUILER PÚBLICO

Pablo García Astrain, Director de Vivienda y Arquitectura, Gobierno Vasco
Carlos Orbea Ascaso, Director Técnico, Alokabide
Gorka Sagasti Sáenz de Buruaga, Responsable Mantenimiento, Alokabide
Íñigo Antepara López de Maturana, Técnico Mantenimiento, Alokabide
Juan María Hidalgo-Betanzos, Investigador doctor, Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación, GV
Pablo Hernández Cruz, Investigador, Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación, GV

Resumen: Desde la Dirección de Vivienda y Arquitectura del Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda del Gobierno Vasco se ha lanzado el Plan Zero plana, una iniciativa pionera que analiza el futuro del parque existente y el nuevo modelo de gestión de la vivienda pública de alquiler ante el reto del cambio climático. Está siendo liderado por Alokabide, empresa pública vasca que gestiona el alquiler y especial conocedora de su realidad. El Plan analiza los comportamientos ambientales y energéticos de los edificios públicos de vivienda y de las personas que viven en ellos, incluyendo su salud y bienestar, con el objeto de desarrollar acciones de mejora que los conduzcan hacia una situación de consumo de energía casi nulo. Este análisis de edificios y personas usuarias "en tiempo real" está proporcionando una valiosa información que abre nuevos campos de innovación. Se han abierto nuevas oportunidades para el diseño de las viviendas de alquiler público y sus servicios, planteándose soluciones con instalaciones más alineadas con las necesidades de las personas usuarias. El objetivo, a finales del 2020, es iniciar la implementación del Plan Zero plana de Rehabilitación energética "inteligente" del conjunto del parque público de alquiler. Esta iniciativa está enmarcada en el Plan de Ciencia Tecnología e Innovación (PCTI) del Gobierno Vasco.

Palabras clave: Servicio Público, Alquiler, Gestión, Mantenimiento, Confort, Digitalización, Optimización, Monitorización, Convivencia, Accesibilidad, Vivienda Social

INTRODUCCIÓN

Enmarcada en la iniciativa del Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación Euskadi 2020 de Gobierno Vasco, y en línea con las directrices ECCN de la Unión Europea, la iniciativa Plan Zero plana plantea un conjunto de proyectos y acciones que van a marcar el futuro de la Rehabilitación energética y la vivienda de alquiler público en Euskadi. Se trata del mayor reto ambiental al que se enfrenta la vivienda pública vasca, y supone una oportunidad para garantizar el futuro del parque y mejorar a su vez la calidad de vida de las personas usuarias. Aprovechando las circunstancias actuales, en las que se está dando un crecimiento exponencial del alquiler, el definir un modelo integral de energía en vivienda pública va a ser el eje fundamental de este plan. Para ello, es imprescindible analizar cuáles son los criterios de eficiencia y sostenibilidad propios e inherentes a la gestión del alquiler, diferentes a otros ámbitos. En este caso, la importancia que adquiere la fase de operación dentro del ciclo de vida de un edificio de viviendas resulta determinante a la hora de enfocar las soluciones de mejora energética, máxime con un perfil de uso muy diferente al resto de viviendas: economías de bajos recursos, escasa implicación medioambiental, problemas de convivencia, etc.

El parque público de viviendas de alquiler del Gobierno Vasco cuenta con 137 conjuntos edificados de titularidad plena, además de participar en otros muchos en régimen de copropiedad, que suman más de 7.500 viviendas públicas situadas en los tres territorios históricos del País Vasco. Se trata de un gran volumen de edificios/instalaciones con gran diversidad de equipamientos que generan situaciones diferentes entre inquilinos: cuotas de calefacción muy diferentes entre edificios, viviendas más o menos ineficientes, descuentos por la instalación de renovables o no, etc.

El diagnóstico inicial realizado sobre necesidades de rehabilitación energética apunta a que el 67 % de las viviendas del parque requiere una intervención de tipo medio, mientras el 15% requiere una intervención alta y tan solo un 2% requiere una intervención integral (incluyendo accesibilidad).

AUDITORÍA ENERGÉTICA DEL PARQUE DE VIVIENDAS DE ALQUILER PÚBLICO

La evaluación energética del parque de viviendas de alquiler públicas se ha fundamentado en la auditoría energética de 11 edificios tipo, en representación de la complejidad del parque, clasificada según: tres niveles de eficiencia energética (alta A-B, media C-D y baja E-F-G), dos tipos de instalaciones de calefacción y ACS (centralizadas o individuales) y dos climatologías (templada C1 o fría D1-E1). Esta auditoría de conjunto es la combinación de: análisis de consumos energéticos reales en facturas, evaluación de los cerramientos e instalaciones, revisión de los CEE y

cálculo del potencial de distintas medidas de mejora. Se ha recopilado un gran volumen de facturas energéticas y lecturas de contajes internos, que nos han permitido analizar la demanda energética real de esta tipología de viviendas.

Los primeros análisis de los consumos reales son de gran interés:

- El consumo de electricidad es la mitad de la media nacional. Aproximadamente 1.800 kWh/a de 3.487 kWh/a.
- En caldera individual, el consumo de gas natural es un 30 % menor. 5.633 kWh/a de 8.020 kWh/a.
- En calderas centralizadas, el consumo de calefacción es un 40-70 % menos que previsto por el CEE.
- En viviendas con calderas centralizadas, el consumo de ACS es un 20-40 % mayor que previsto por el CEE.
- El rendimiento estacional de los sistemas centralizados baja mucho, tres principales factores: demanda real mucho menor que la prevista en diseño, pérdidas de calor en la recirculación y operación ineficiente del sistema.

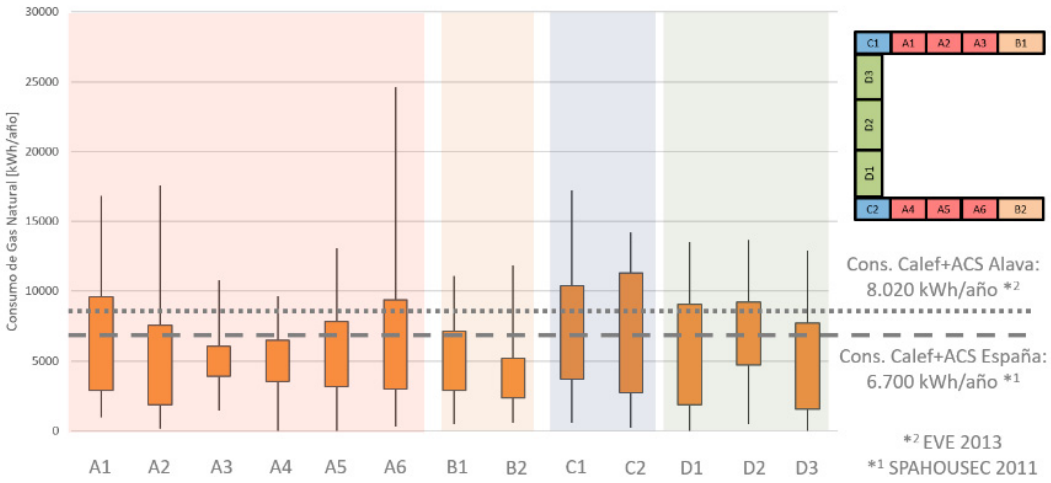


Figura 1. Análisis del consumo anual de gas natural por portales de 228 viviendas de alquiler social, zona climática D1.

Adicionalmente, se han realizado 7 inspecciones mediante termografía infrarroja (TIR) y 18 ensayos de puerta ventilador o blowerdoor hasta julio de 2019. Se han identificado numerosos puentes térmicos, pese al reducido uso de calefacción contrastado mediante facturas. Se han medido niveles de estanqueidad al aire diversos, con n50 desde 2,2 hasta 7,2 ren/h. Las filtraciones de aire elevadas pueden ser de vital importancia por una mayor necesidad de calefacción en las viviendas. Estas mediciones permitirán priorizar las tareas de mantenimiento hacia la prevención de patologías de condensaciones y disconfort térmico; y valorar la necesidad de rehabilitación en envoventes con un grado de aislamiento suficiente, pero puentes térmicos o filtraciones de aire significativas.

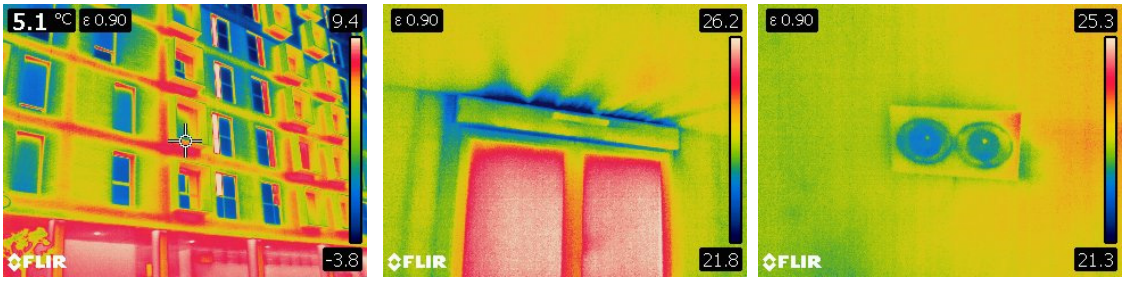


Figura 2. Inspecciones complementarias de termografía infrarroja de fachadas y ensayo de estanqueidad al aire, Blowerdoor.

Los próximos pasos: completar el análisis de consumos energéticos de todos los edificios, testear diferentes mejoras de rehabilitación y mantenimiento; y evaluar su interés considerando todos los aspectos del proyecto.

De aquí se desprende que las instalaciones energéticas son complejas en su operación y mantenimiento. Normalmente se hallan sobredimensionadas en diseño, en un escenario de consumos teóricos muy alejado de la realidad de un perfil de uso de la energía caracterizado por un escaso consumo energético. El sistema de distribución de la calefacción no

se corresponde con la demanda. Sólo el consumo parásito dedicado a mantener el circuito caliente para asegurar la disponibilidad de calefacción supone un alto coste energético y económico que se repercute al usuario, y todo ello en un sistema donde el inquilino no puede elegir su vivienda.

En conclusión, se puede decir que en el parque de vivienda de alquiler público se están generalizando dinámicas de difícil gestión al no hallarse alineadas las instalaciones térmicas con el uso caracterizado por un escaso consumo energético y un alto nivel de impagos. Es preciso girar a un modelo de servicio donde se empodere a los inquilinos y no al edificio. Son necesarias viviendas que permitan fórmulas más avanzadas, innovadoras, participativas y sociales.

PLAN ZERO PLANA PARA UNA REHABILITACIÓN "INTELIGENTE"

Una idea principal: se busca un servicio público integral de la energía, no solo una vivienda muy eficiente. Un servicio donde la gente se sienta acompañada en el uso de la energía. Además, este debe ser un compromiso real, medible.

Solamente mejorando el parque edificado e implicando a las personas usuarias a través de la información y concienciación se consigue un uso de la energía más responsable, sostenible y seguro. El Plan está utilizando durante tres años un entorno real y local: el propio parque público de alquiler del Gobierno Vasco, más de 200 edificios y más de 7.500 viviendas repartidas por todo Euskadi. Constituyen un ecosistema específico que permitirá profundizar en varios ejes de trabajo, tanto en la temática de la ecorenovación del parque, como los puntos críticos y soluciones técnicas relacionadas con la mejora energética y la gestión del patrimonio.

La metodología elegida consiste en ir eligiendo entre las mejores opciones testeadas tras realizar proyectos demostradores que prueben la factibilidad y viabilidad de lo propuesto, de forma que las soluciones sean replicables en la mayor medida posible al conjunto del parque, formado por diferentes tipologías y modelos de tenencia. Se han reunido los agentes líderes en investigación e innovación del sector de la construcción y gestión de energía con el objeto de investigar en el propio parque público de alquiler.

El Comité de Pilotaje, reunido mensualmente, analiza el impacto que tendrán los cambios demográficos, el creciente protagonismo del alquiler social, el cambio climático y la revolución tecnológica, "principales tendencias que marcarán el rumbo de la vivienda social vasca las próximas décadas" hacia una vivienda más "sostenible, saludable y ante todo gestionable".

El reto principal del Plan es el de transformar el conjunto inmobiliario que constituye el parque de alquiler público de vivienda hacia un servicio público avanzado que mejore la calidad de vida del inquilino de un modo sostenible medioambiental y económicamente y que ponga el foco en las personas. Para ello, además de identificar las mejoras en las condiciones de uso de la energía en los edificios va a ser necesario adoptar otra serie de acciones encaminadas al usuario tales identificar situaciones reales de pobreza energética, abordar problemas de accesibilidad, sensibilizar a los/as inquilinos/as sobre la utilización eficaz de la energía en sus hogares, comunicar la experiencia en la gestión eficiente de su parque de alquiler, tratando de extenderla a otros parques públicos y privados.

Hoja de ruta

¿Cómo se está haciendo? En primer lugar, ha sido necesario establecer una visión general del stock de viviendas públicas en el País Vasco y analizar la situación de la energía en la vivienda de alquiler, con el objeto de determinar el impacto en la gestión derivado de uso de la energía y establecer los ejes potencialmente más relevantes. Se ha realizado un análisis de tipologías y modelos edificatorios, se ha iniciado un nuevo inventario del conjunto del parque y se ha actualizado la base de datos con la generación de indicadores como base de BIG DATA (información general, existencia de patologías, información constructiva, evaluación de accesibilidad, sistemas de instalaciones, consumos energéticos, etc).

Con el fin de realizar una primera ordenación del parque actual, dentro de este análisis, se ha identificado un set básico de indicadores. El objetivo de estos indicadores ha sido la organización del parque. A través de estos se ha procedido a definir 5 familias en base a las cuales ordenar el parque de vivienda de alquiler en relación con el tipo de intervención necesario a realizar sobre las mismas.

El plan de actuación resultante se establecerá seleccionando aquellas actuaciones de mayor rentabilidad económica, medioambiental o social y estableciendo una priorización de las soluciones técnicas de mejora e itinerarios para conseguirlas. Todo ello constituirá el denominado Plan Director de Rehabilitación 2020-2050, que establecerá hitos para 2030, 2040 y 2050.

El Plan Zero plana se articula en 3 ejes principales desplegados a su vez en 9 principios básicos y a día de hoy existen 27 líneas de investigación abiertas que abordan todos los aspectos de manera entrecruzada:



Figura 3. Principios básicos de actuación en actuaciones en el parque de alquiler público.

Eje 1: Parque equipado y eficiente

Principio 1: Eficiencia energética
Principio 2: Uso de energías renovables
Principio 3: Mantenimiento y conservación

Líneas de investigación:
E.1.1. Sistematización de documentación, E.1.2. Pre-caracterización de edificios, E.1.3. Caracterización de edificios, E.1.4. Proyecto piloto Ortuella, E.1.5. Proyecto piloto Amurrio, E.1.6. Proyecto piloto Iturritxo, E.1.7. Auditorias energéticas del parque, E.1.8. Auditorios sistemas centralizados E.1.9. Certificaciones energéticas

Eje 2: Hogares saludables y confortables

Principio 4: Accesibilidad universal
Principio 5: Confort mínimo
Principio 6: Ausencia de pobreza energética

Líneas de investigación:
E.2.1. Perfiles de usuario, E.2.2. Gestión de comunidades, E.2.3. Sensorización de edificios, E.2.4. Archivo climático y edificio modelo, E.2.5. Diagnóstico y acciones de accesibilidad, E.2.6. Sistemas de autogestión energética, E.2.7. Simulación dinámica de mejoras, E.2.8. Renovables, E.2.9. Autoconsumo compartido

Eje 3: Servicio integral avanzado

Principio 7: Modelo de Gestión Social de la Energía
Principio 8: Transformación digital y la automatización de los procesos
Principio 9: Impacto en el usuario

Líneas de investigación:

E.3.1. Gestión obras de rehabilitación, E.3.2. Plan de Divulgación, E.3.3. Protocolo BIM alquiler, E.3.4. Cuadro de mando e indicadores, E.3.5. Captura, entrega y transporte de datos Iot, E.3.6. Digitalización BIM conjunto del parque, E.3.7. Formación a usuarios uso de sistemas, E.3.8. Modelo de energía social, E.3.9. Herramienta GMAO

RESULTADOS ESPERADOS

A continuación, se presentan a modo de ejemplo 4 de los 27 proyectos demostradores que están analizando aspectos clave para la rehabilitación de edificios de alquiler público: el autoconsumo, la vigilancia energética, la gestión avanzada de activos y la pobreza energética.



Figura 4. Fachada fotovoltaica, sistema AUGE, y BIM-GMAO.

Proyecto de Autoconsumo en alquiler público en 171 viviendas en Salburua

El objeto de este proyecto piloto son las instalaciones fotovoltaicas que actualmente no están destinadas al autoconsumo. Se pretende que la energía eléctrica generada por dichas plantas fotovoltaicas sea auto consumida en los propios edificios, realizando las modificaciones técnicas y/o jurídicas necesarias para ello. La retribución económica en el pool ha sido para el año 2018 de 2.353 € y en la modalidad de autoconsumo dependiendo de la modalidad se estima que puede llegar a ser 3-4 veces la actual.

Proyecto de Vigilancia energética en 155 viviendas en Zabalgana

Se trata de un proyecto piloto de vigilancia del comportamiento energético del usuario con el objeto de evaluar su cambio de comportamiento antes y después de conocer y gestionar la energía en su hogar. En una primera fase se realizan encuestas, estadísticas y situación actual con la generación de indicadores mediante la instalación de equipos de medición y monitorización eléctrica, térmica y de confort (sondas) para las viviendas, así como formación al usuario y visualización de consumo y coste. En segundo lugar, se realiza un análisis de la evolución del comportamiento del usuario y sus hábitos en función a la mejora introducida y comparación con la situación inicial. Después se procede a la instalación de sistema de recargas energéticas y al cambio de modelo de gestión energética y en último lugar se produce el análisis final y la comparación entre la situación del punto de partida frente a la actual, tras las diferentes fases realizadas.

Proyecto de gestión de activos: BIM-GMAO en 155 viviendas en Zabalgana

El objetivo que se busca es dotar a Alokabide de una herramienta que cumpla con las necesidades actuales y futuras en lo relativo a la modelización y mantenimiento del parque inmobiliario que gestiona, y que supone una parte muy importante de su actividad. Para ello se ha procedido al desarrollo de un protocolo BIM propio del alquiler público con la elección del nivel de detalle (LOD), nivel de madurez, tipo de información generada, tipo de coordinación, y soporte de modelo adaptados a la gestión pública de un parque de alquiler.

Proyecto de ayuda a la Pobreza energética a 44 familias

Se han identificado en 2018 a 44 familias de inquilinos en riesgo de pobreza energética con las siguientes premisas: consumos por debajo de la media, pocas recargas o poca cantidad de recarga en el sistema de autogestión energética instalado en su vivienda, continuas devoluciones de recibos en banco, y/o usuarios y usuarias que expresan ayuda directamente. Se ha procedido a la adecuación técnica de las instalaciones para el suministro del confort necesario de las viviendas designadas. Se han instado sistemas de control de temperatura y humedad de las viviendas designadas y se ha garantizado el confort del 1 de diciembre al 28 de febrero. El coste por familia ha sido de 80 € por mes.

CONCLUSIONES

El Plan Zero plana aborda el futuro del parque público de alquiler en el País Vasco con el objetivo de garantizar su continuidad y a la vez afrontar el reto del cambio climático. Para ello han de alinearse los objetivos medioambientales con el de ofrecer viviendas que se adecúen a las necesidades de las personas que son a su vez consumidoras de energía. Primar el servicio y no la vivienda. Todo ello debe hacerse desde un modelo propio de gestión social de la energía propio del alquiler, fomentando la digitalización y la eficiencia de nuestros servicios junto con el bienestar de las personas. Hay que definir un modelo ideal de gestión integral de la energía en vivienda social, para impulsar la automatización de procesos y datos, de forma que se minimice el consumo energético para el inquilino y para el gobierno, con un uso ponderado de los recursos públicos siempre al menor coste.



Figura 5. Caso real en vivienda Alokabide.

A partir del control del consumo energético en las instalaciones, la captación de datos y la monitorización remota se podrá evolucionar para buscar la eficiencia energética. Se hacen necesarias herramientas propias del alquiler que permitan la adquisición, análisis y control sobre los equipos instalados, para lograr reducir el consumo innecesario y obtener beneficios económicos para nuestros inquilinos y medioambientales para la sociedad vasca en su conjunto. El confort y ahorro energético solo será posibles por medio del uso de redes IoT. Esta tecnología puede ayudar, además, a controlar y vigilar la seguridad de nuestros edificios y viviendas, mediante monitorización de presencia en viviendas vacías, lo que disminuiría sin duda el índice de ocupación ilegal y los problemas de convivencia derivados de este creciente problema social.

En 2020 se producirá el momento Zero, punto de arranque donde daremos inicio a un reto pendiente para el Gobierno Vasco: la rehabilitación del parque público de alquiler social con criterios ECCN. En un futuro a medio plazo, hacia 2030, haremos un alto en el camino y evaluaremos el avance conseguido. Con total seguridad los resultados derivados de este proceso iniciado en 2020 darán mucho que hablar. No todo está siendo un éxito en este camino de la experimentación, pero aún así, estamos contentos con el camino emprendido. Ya están dando resultados, pero no solo importan los resultados. También es interesante el camino que estamos iniciando a pesar de trabajar de un modo distinto donde el centro de todo es el servicio público. Abordar un proyecto de la magnitud del Plan Zero plana, con tantas variables y agentes participantes, de tan diversa naturaleza, es, en sí mismo, un reto de organización y coordinación de equipos. Se trata del mayor reto ambiental y social al que nos enfrentamos como vivienda pública en Euskadi y lo asumimos como algo apasionante.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer su participación en el Plan Zero plan a las siguientes entidades: Laboratorio de Control de Calidad GV, Grupo Enedi UPV/EHU, Tecnalia, Grupo Caviar UPV/EHU, EVE, IDOM, LKS Krean, Eraikune, Berrilan BIM, Itelazpe, Efiner, Acede, Projekta Urbes, Espacio BIM, Abar Arquitectos, ED Ingenieria, G+D Arquitectura, Visesa, Tradia telecom, Ferrovial, Rener y Colegios de Administradores de fincas de Bizkaia, Alava y Gipuzkoa.

ESQUEMAS DE EVALUACIÓN DE EDIFICIOS EN ESCENARIOS DE DESCARBONIZACIÓN

Arturo Alarcón Barrio, Jefe, Área de Sostenibilidad y Construcción Sostenible, Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA)
César Bartolomé Muñoz, Director, Área de Innovación, Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA)

Resumen: En un escenario de descarbonización y con la obligatoriedad de diseñar edificios de consumo de energía casi nula, pudiera pensarse que las emisiones de CO_2 atribuidas al sector residencial seguirán una senda de reducción tal y como la exigen los escenarios planteados por la Unión Europea. Sin embargo, las proyecciones más recientes planteadas en España muestran dificultades para conseguir dichos objetivos tanto para el parque construido, como para determinadas industrias, incluidos materiales de construcción.

Los sistemas de evaluación de edificios no deben obviar estas dificultades, ni renunciar a un verdadero enfoque de ciclo de vida que aúne los esfuerzos del conjunto del sector, evitando una regulación redundante e incentivando la eficiencia en el uso de recursos y la reducción de emisiones.

Palabras clave: Descarbonización, Evaluación de Edificios, Carbono Embebido

INTRODUCCIÓN

El foco sobre el carbono embebido se plantea como el nuevo caballo de batalla de la regulación y la normativa edificatoria tanto en Europa como en muchos países miembros. Esta discusión sobre la huella de carbono de edificios e infraestructuras es necesaria, técnicamente compleja y, en ocasiones, sujeta a interpretaciones erróneas. En primer lugar, porque esta discusión no es completa puesto que deja fuera otras dimensiones de la sostenibilidad. Pero, aun así, y siendo conscientes de estas limitaciones si queremos profundizar en el tema y hablar solamente de huella de CO_2, necesitamos delimitar el debate.

La pregunta fundamental es: ¿cuál es (o debe ser) el sujeto fundamental del análisis? Parece que todos los autores coinciden en señalar al edificio o infraestructura. Parece también claro que un enfoque de ciclo de vida es la herramienta correcta para tomar las decisiones necesarias para construir edificios o infraestructuras con una huella de carbono neta tan baja como sea posible.

La huella de carbono neta incluye algunos conceptos que empiezan a manejarse recientemente [1] y que es preciso aclarar y precisar debidamente.

En este documento analizaremos:

- Qué conceptos deben incluirse en las emisiones (o carbono) embebido de acuerdo a las normas europeas ya publicadas y como integrar la fase de uso para tener una verdadera perspectiva de ciclo de vida
- Cómo, poner el foco en el carbono embebido, supuestas resueltas las emisiones operativas debido e los EECN, supone en la mayoría de los casos, una doble regulación.
- Cómo las limitaciones establecidas en los escenarios de descarbonización analizados para España deben tenerse en cuenta a la hora de establecer límites, umbrales o cualquier clase técnica.

EL CARBONO EMBEBIDO

Tomaremos como base el esquema modular, válido para el edificio, de la norma Europea EN 15978. En muchas ocasiones se asocia el concepto de carbono embebido al carbono contenido en los materiales del edificio. Además, este concepto se vincula al carbono de los materiales del edificio o infraestructura antes de que el edificio entre en servicio. Es decir, al también denominado carbono *upfront* o carbono embebido “inicial”.

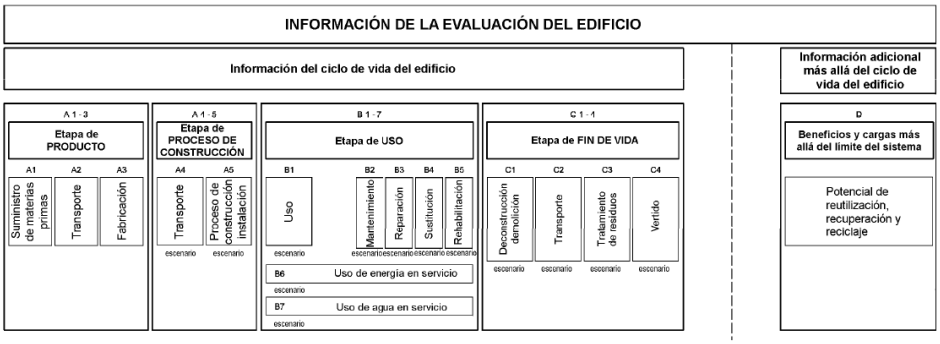


Figura 1. Esquema modular de la norma EN 15978.

El concepto de carbono embebido debe ser consecuente con un verdadero enfoque de ciclo de vida. Efectivamente, incluye al carbono de los materiales *puestos en obra* e incorporados al edificio al inicio. Pero no debemos obviar que existen actividades en la fase de uso y que conceptualmente son puramente operativas que alteran (aumentan) necesariamente la lista de materiales inicial. Por ejemplo, cuando para mantener el nivel de prestaciones requerido, y por tener determinado producto una vida útil menor que la del edificio, deberá contabilizarse cuantas veces es necesario sustituirlo (módulo B4 en la figura 2). Las cargas ambientales relacionadas con la etapa de producto (A1-A3) de este producto deberán mayorarse por un factor calculado de acuerdo al apartado 7.3 de la EN 15804.

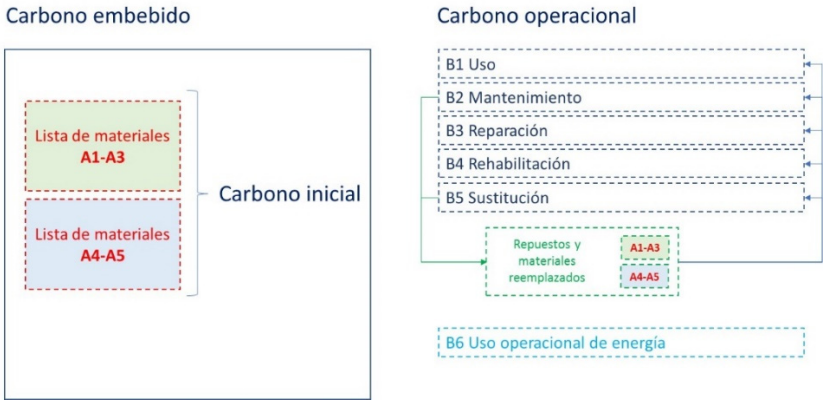


Figura 2. Carbono embebido y módulos involucrados, IECA.

Es decir, actividades puramente operacionales (módulos B2, B3 y B4 de la figura 2) tienen influencia en lo que conocemos como carbono embebido que aumentará en la medida en que las necesidades de sustitución, rehabilitación o reparación así lo exijan. Este carbono embebido es un concepto que debería definirse como un inventario de carbono variable a lo largo de toda la vida útil del edificio.

Es claro que, si se emplean materiales con reducida durabilidad o con necesidades de mantenimiento intensivas, el balance en emisiones (o carbono) embebido, es decir el inventario aumentará. La durabilidad de los materiales es esencial para que este carbono embebido inicial no crezca significativamente. Durabilidades altas junto con necesidades de mantenimiento reducidas son además un valor esencial de las políticas de economía circular.

Por otro lado, no es posible obviar los efectos cruzados entre carbono embebido y operacional. Por ejemplo, un edificio que use la inercia térmica de sus forjados de hormigón activados [2] con energías renovables puede reducir su consumo energético hasta en un 60%. En este caso, no podemos tomar decisiones correctas respecto al óptimo sobre el carbono embebido en la estructura (A1-A3) sin analizar también los beneficios que esa masa de hormigón produce en el consumo operacional de energía (B6).

Pretender fijar límites separados para las emisiones embebidas del tipo $tCO_2/t_{producto}$ o incluso tCO_2/m^2 a nivel de edificio es dejar de lado a una verdadera visión de conjunto, (de ciclo de vida) que integre estos efectos cruzados. Una

verdadera perspectiva de ciclo de vida debe permitir compensar los remanentes (como veremos, inevitables) del inventario de carbono del edificio. Más adelante se analizarán cuáles pueden ser estos mecanismos de compensación.

LAS DIFICULTADES DE DESCARBONIZACIÓN DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN Y LA DOBLE REGULACIÓN

¿Se puede descarbonizar por completo el sector de la construcción, incluida la industria de los materiales de construcción?

La respuesta es relevante a la hora de pretender establecer límites al inventario de carbono de un edificio o infraestructura o a tomar acciones sobre el parque edificado. Las proyecciones más recientes [3] pueden sintetizarse en la siguiente figura:

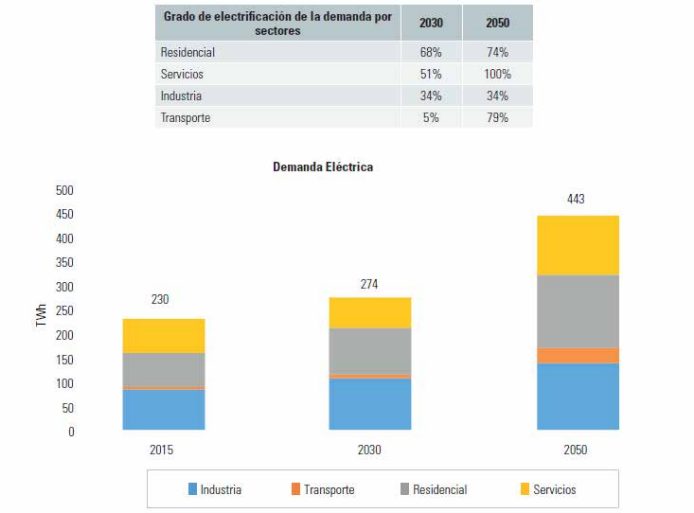


Figura 3. Escernarios de descarbonicación en españa. Fuente: Economics for Energy.

La tesis es electrificar todos los sectores de la economía tanto como sea posible consiguiendo al mismo tiempo descarbonizar totalmente el sector eléctrico. Esto producirá un aumento importante de la demanda eléctrica a 2050 como muestra el gráfico de la figura 3. Por su parte, la tabla que señala el grado de electrificación de la demanda por sectores, presenta las importantes limitaciones del sector residencial y el industrial a la hora asumir tanto mejoras en la eficiencia como en elevar su grado de electrificación tanto como sea posible.

Las proyecciones incluyen la hipótesis de que la industria enfrentará importantes dificultades a la hora de aumentar su grado de electrificación debido fundamentalmente a la dificultad de encontrar sustitutos eléctricos a la demanda térmica industrial, por un lado, y a la disponibilidad, coste y eficiencia de las tecnologías de captura y secuestro de CO_2 (CCS) por otro.

Estos problemas son los que están directamente relacionados con el inventario de carbono del edificio, A1-A5, en el esquema modular de la EN15978.

En lo que respecta al sector residencial, los modelos indican que el grado de electrificación alcanzará el 74% en 2050. Las limitaciones en la electrificación residencial se relacionan no tanto con problemas tecnológicos, sino con aquellos relacionados con cambios de usos y costumbres de los residentes y con los precios relativos de las fuentes de energía implicadas a medio-largo plazo.

Además, no todos los autores coinciden en que la electrificación sea única vía (o la más más eficiente) para la descarbonización del sector residencial. Además de la electrificación, se contemplan: uso intensivo de la energía solar térmica en el propio edificio, sistemas centralizados o distric heating con utilización de combustibles libres de CO_2 o, por último, redes de distribución de gas que suministren biogás, hidrógeno, metano sintético etc. Cada una tiene una

aplicación preferente para cada tipo de consumo residencial y algunas tienen dificultades para aplicarse a la realidad edificatoria española.

Por supuesto, en todos los casos una de las medidas básicas de eficiencia es la reducción de la demanda cumpliendo los requisitos del Código Técnico de la Edificación respecto al aislamiento del edificio y características de la envolvente es decir con la introducción del concepto de edificio de consumo de energía casi nula, EECN. Estos problemas, fundamentalmente relacionados con el parque edificado, son los que están directamente relacionados con las emisiones operativas B6, en el esquema modular de la EN 15978.

Aun cuando para obra nueva los EECN suponen un salto cualitativo muy significativo en el consumo de energía operativa y pensando que hoy estamos construyendo los edificios de 2030 y 2050, ¿estamos tomando ya las medidas que los modelos de descarbonización nos indican?

Por otra parte, la Directiva 2010/31/EC cuyo objetivo básico implica la construcción de EECNs, involucra al sector residencial que es responsable del 40% del consumo de la energía final en la Unión Europea. Estas cifras son ciertamente significativas, pero dependen fuertemente de la severidad del clima y de los usos y costumbres en materia edificatoria de cada país miembro. Además, su traducción a emisiones de CO_2 no es tan sencilla puesto que debe tenerse en cuenta el patrón de uso de la energía en el sector y el mix energético típico del país.

En España el 58% de las emisiones de CO_2 tiene origen en los denominados sectores difusos. La contribución del sector residencial, comercial e institucional es la tercera más importante, (14%), después del transporte (48%) y la agricultura (18%). Esto permite afirmar que el sector residencial es responsable de, aproximadamente[4], el 8% de las emisiones CO_2 del inventario nacional de emisiones.

Estas emisiones, como se ha indicado, son fundamentalmente, las asociadas a B6, emisiones puramente operativas, derivadas del uso del edificio. Estas emisiones no incluyen las derivadas del uso de la electricidad o las relacionadas con las emisiones de gases fluorados. Puesto que están contabilizadas (y reguladas) por el Régimen de Comercio de Derechos de Emisión Europeo, RCDE o EU ETS por sus siglas en inglés. En el caso de las emisiones embebidas, contable y regulatoriamente no son emisiones difusas. Se trata de emisiones de CO_2 asociadas a productos de construcción sometidos mayoritariamente también al RCDE.

Por ejemplo, el cemento dispone de un *benchmark* (una cifra de carbono embebido objetivo) establecido en 766 $kgCO_2/t_{clinker.}$ Este umbral debe interpretarse como un límite superior fijado reglamentariamente por la media de emisión del 10% de las mejores fábricas europeas. El cemento producido en toda Europa deberá acercarse a este límite de carbono embebido que supone fabricar en el filo del límite tecnológico conocido actualmente.

Los esfuerzos adicionales que deben exigirse en un contexto de descarbonización tan ambicioso como el planteado, también están incluidos en los mecanismos previstos por el RCDE (por ejemplo, los factores de reducción lineal y los de corrección intersectorial). Las emisiones específicas del cemento alcanzarán un carbono embebido de 619 $kgCO_2/t_{clinker}$ por medios convencionales o de 180 $kgCO_2/t_{clinker}$ aplicando tecnologías de captura y almacenamiento en 2050 [5].

Esto es así para todos los productos de construcción sometidos al RCDE: todos tienen un objetivo (*benchmark*) para su carbono embebido y todos han diseñado sendas para reducir este carbono embebido hasta los límites tecnológicos que cada producto pueda alcanzar en 2030-2050.

Hay un punto importante, incluso con electrificación intensiva y aplicando tecnologías de captura y almacenamiento de CO_2, no se prevé que pueda existir una descarbonización completa en algunos sectores. Esto es así por la eficiencia limitada de estas tecnologías (CCS) y, como ya hemos apuntado, por la dificultad de electrificar procesos térmicos de alta temperatura. Estas limitaciones son clave a la hora de pretender imponer límites al carbono embebido de edificios o estructuras. Simplemente, con el conocimiento actual, no es posible conseguir carbono embebido neto cero ni siquiera con los materiales ultra bajos en carbono de los que dispondremos en la segunda mitad del presente siglo.

Como se ha señalado, parte de las iniciativas que pretenden regular el carbono embebido de los materiales de construcción, tienen como objetivo establecer límites sobre la huella de carbono de los edificios ($tCO_2/t_{\Sigma productos}/m^2$), sobre la huella de carbono de los propios productos de construcción individualmente ($tCO_2/t_{producto}$) o establecer restriciones sobre uno o varios de estos indicadores a la vez.

Si una parte significativa de los productos de construcción, cemento, acero, productos cerámicos, aluminio, materiales aislantes, etc,ya disponen de límites sobre su carbono embebido debido al RCDE, ¿qué sentido tiene regularlos dos veces?.

¿Cómo unos límites sobre el carbono embebido, aunque se establezcan conjuntamente, es decir sobre la lista de materiales del edificio (A1-A3), va a suponer un margen de mejora a nivel de edificio sobre materiales tecnológicamente en el límite (inferior) de su contenido en carbono?

La respuesta debe estar en el Edificio. Elementos constructivos eficientes en carbono cuando se trate de productos no directamente incluidos en el RCDE y Códigos que evolucionen para, con un mismo nivel de prestaciones, permitir una eficiencia en el uso de materiales necesariamente mayor.

RESTRICCIONES SOBRE EL CARBONO EMBEBIDO

Las restricciones sobre el inventario de carbono, por ejemplo, establecer límites superiores o la condición de tener una cifra neta cero, significa que deben existir mecanismos que, primero, minimicen y, luego, compensen este carbono embebido remanente (que, como ya hemos visto, los modelos predicen).

¿Como puede producirse esta minimización y compensación?. La literatura contempla varias alternativas:

- **Minimización:** La principal vía sigue siendo una adecuado diseño arquitectónico y una óptima elección de materiales y elementos constructivos. El inventario de carbono del edificio puede minimizarse recurriendo a estrategias que contemplen el uso de menos material por unidad de prestación. Por ejemplo, utilizando estructuras más esbeltas, utilizando materiales con mayores resistencias (o en general prestaciones) o con una combinación de ambas. demás es vital que la fase de uso se analice adecuadamente para contabilizar, debido a las actividades de manteninimento y sustitución, los incrementos de inventario de carbono. La durabilidad de los materiales y los elementos constructivos es clave para que el inventario de carbono del edificio no crezca con el tiempo. Esto supone realizar un verdadero análisis de ciclo de vida. Para ello las Declaraciones Ambientales de Producto, DAPs, que declaren unidades funcionales deben incorporar escenarios de uso y éstos modelizarse para cada edificio particular de acuerdo al apartado 10.2.3 *adaptación de la información puerta a tumba* de la EN15978. El vínculo de los productos y los materiales con el edificio se produce en este punto. Sólo DAPs A1-A3 son válidas sin referencia a un edificio. Para unidades funcionales, las DAPs hay que adaptarlas (básicamente respecto a los escenarios de los módulos de uso B y respecto a un edificio dado) para poder tomar decisiones correctas en base a los datos que aportan. Quizá el factor RSP/ReqSL incluido en el apartado 7.3 y el diagrama de flujo del capítulo 5 de la EN15978 sean el ejemplo más claro de esta necesaria adaptación de DAPs de unidades funcionales.
- **Compensación:** La principal vía hasta ahora consiste en utilizar materiales que tengan un carbono embebido negativo. Efectivamente, existen materiales que, contablemente, parten con una cifra negativa en su cuenta de emisiones de gases de efecto invernadero, es decir, podría considerárseles como un crédito de carbono que beneficiaría al edificio en su conjunto. Este artificio contable ya no es posible utilizarlo con la redacción actual de la EN 15804 puesto que se incorpora la condición de declaración obligatoria en todo el ciclo de vida. Si un material es neutro en emisiones, su balance en el ciclo de vida es cero, nunca negativo. Las limitaciones de las DAPs que declaran solamente los módulos en los que se podían contabilizar los créditos sin declarar aquellos módulos en los que se producen las emisiones (o que omiten escenarios de uso), deben tenerse en cuenta como limitaciones de los sistemas de evaluación que se han aceptado como válidos durante mucho tiempo pero que no representan la realidad física subyacente.

Vemos que la puerta cerrada a vías de compensación que no incluya a cualquier forma de carbono operativo o incluyan sumideros de tipo antropogénico tales como la recarbonatación del hormigón que puede lleger según estudios recientes [6] hasta un 3%, hacen inoperativas las restricciones sobre el carbono embebido en cualquiera de sus formas.

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

El cálculo y la información sobre el inventario de carbono que evite las dificultades y limitaciones presentadas en este artículo son herramientas fundamentales que deberían estar presentes en cualquier sistema de evaluación de edificios o regulación relacionada. Esta información permitiría diseñar las herramientas que permitan la flexibilidad necesaria en la compensación del CO_2 remanente.

El sistema de evaluación europeo LEVELs [7] cumple con las citadas premisias de flexibilidad, necesidad de información y, en sus niveles de exigencia superiores, un riguroso análisis basado en la EN15978 y EN15804. Se cumple la premisa de información sobre inventario de carbono y sobre carbono operativo no estableciendose limites o condiciones previas sobre su gestión y posible compensación.

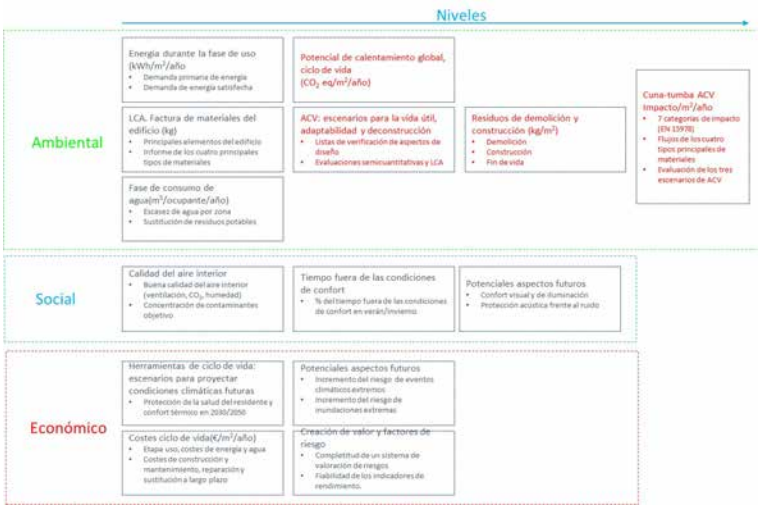


Figura 4. El esquema LEVELs, IECA.

CONCLUSIONES

Cualquier sistema de evaluación debe tener como figura central al edificio. La información de producto debe adaptarse al edificio dado en dos aspectos, la fase de uso y los efectos cruzados que puedan influir, positiva o negativamente, con el consumo operacional de energía.

La minimización del inventario de carbono del edificio es un papel de todos: productos básicos, productos derivados, sistemas constructivos y un diseño arquitectónico eficiente en carbono. La imposición de restricciones separadamente sobre el carbono embebido supone una doble regulación e impide los mecanismos de flexibilidad necesarios para compensar el carbono remanente que predicen los modelos de descarbonización.

Los modelos de evaluación de edificios deben tener un enfoque flexible y que al mismo tiempo permita recoger toda la información dinámica del inventario de carbono y de las emisiones operativas del edificio. LEVELs cumple con estas condiciones.

REFERENCIAS

[1] https://www.worldgbc.org/thecommitment o https://www.worldgbc.org/sites/default/files/Net-Zero-Carbon-Buildings-A-framework-definition.pdf.
[2] "Thermal component activation", Felix Friembichler et al., bmvit y VŌZ, primera edición inglesa, Viena, febrero 2017.
[3] "Escenarios para el sector energético en España 2030-2050" Pedro Linares, David Declerq et al, diciembre 2017.
[4] http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/definicion-difusos.aspx#para1 y datos 2014 en, http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/edificacion.aspx.
[5] https://www.oficemen.com/wp-content/uploads/2017/10/Hoja-de-ruta-para-reducci%C3%B3n-de-emisiones-a-2050.pdf.
[6] "Estudio del efecto sumidero de los materiales base cemento" Isabel Galán et al 2009.
[7] https://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/Level_publication_EN.pdf.

SE BUSCA: ESPECIALISTA EN HERMETICIDAD CON EXPERIENCIA

Ángel Sánchez Inocencio, Ingeniero Edificación, Passivhaus Tradesperson, Área eficiencia energética, Grupo Lobe
Eduardo Guillen Pérez, Arquitecto Técnico, Passivhaus Designer, Área eficiencia energética, Grupo Lobe

Resumen: En el futuro se hablará de la hermeticidad como una fase más de obra de cualquier edificio. Este nuevo paradigma necesitará Arquitectos, Ingenieros y profesionales con alta cualificación que desempeñen un nuevo rol especializándose en la hermeticidad para dar respuesta a este reto. Se trata de trabajos laboriosos y precisos, poco comunes en la construcción y en los que no existe margen para la improvisación. Por ello, estos agentes tendrán que valerse de nuevos materiales, técnicas y sistemas para liderar el I+D+i del sector de la construcción. El *feedback* de los especialistas sobre las experiencias será la clave para conseguir la evolución de la hermeticidad, una mejora continua que lleve a la consecución de los objetivos.

Palabras clave: Hermeticidad, Infiltraciones, Eficiencia Energética, Blower Door, Especialización, Nuevas Profesiones

INTRODUCCIÓN

En 2017 Grupo Lobe toma la decisión de certificar todas sus promociones de viviendas multifamiliares bajo el exigente estándar de ECCN Passivhaus. Desde este momento, en la organización se necesitan nuevos perfiles profesionales para abordar el reto sin comprometer la viabilidad de los proyectos, especialmente para la hermeticidad.

Las exigencias del estándar Passivhaus en cuanto a hermeticidad pueden parecer un tanto inaccesibles para convertirse en obligación a corto plazo. Sin embargo, no debería pasar demasiado tiempo hasta que El Código Técnico de la Edificación comience a solicitar ciertas prestaciones de hermeticidad en los edificios de obra nueva, a fin reducir de manera considerable las pérdidas energéticas por infiltraciones en los Edificios que se suponen de *Consumo Casi Nulo*.

Dos años después y con 192 viviendas certificadas como las más eficientes del mundo en cuatro residenciales distintos, el recorrido y la experiencia en el ámbito de la hermeticidad hacen pensar que en el futuro será necesaria la figura de un experto en el área que asegure la superación de los ensayos Blower Door.

LA HERMETICIDAD

Los nuevos requisitos de hermeticidad necesitarán personas con formación específica, pero con tareas muy diversas que aporten soluciones a lo largo de todo el proceso. Estos nuevos perfiles están por definir concretamente, pero aquí se da una idea de qué formación se necesitaría y las tareas fundamentales a desarrollar.

Especialistas en todas las fases

Concepción y proyecto

Desde la concepción del proyecto habrán de tenerse en cuenta las soluciones de envolvente dando continuidad a las capas herméticas. La principal dificultad de estas soluciones es que en una fase muy temprana del proyecto se deben definir las técnicas a emplear.

En fase de proyecto se deben definir los procedimientos a seguir y realizar un análisis exhaustivo de todos los encuentros para anticipar la resolución de problemas. Adicionalmente, muchos de los trabajos que afectan a esta envolvente se encuentran muy distantes en el proceso de ejecución por lo que en la planificación de obra hay que tener muy en cuenta los pasos de instalaciones, orden de ejecución, etc.

Ejecución

En obra, dado el trabajo realizado en fases previas, las tareas deberían concentrarse en el control de calidad mediante *PPI's* de las soluciones previstas. Sin embargo, es imposible escapar a la idiosincrasia del sector y las particularidades de cada proyecto, siendo necesario el apoyo casi constante de los especialistas en hermeticidad durante la ejecución.

Cabe destacar que se habla de trabajos poco comunes en la construcción. Incluso una parte de las tareas de los especialistas de obra sería formar a los operarios de las empresas en estos términos. También recae una gran carga de trabajo en coordinar y organizar a los diferentes gremios. De media, para una vivienda desarrollan tareas que afectan

a la hermeticidad diez gremios distintos a los que hay que coordinar muy bien ya que entre ellos distan hasta un año en la ejecución de obra.

Blower Door e infiltrometría

El último hito en obra es la superación del ensayo Blower Door conforme la *UNE 13.829 Determinación de la estanquidad al aire en edificios. Método de presurización por medio de ventilador*, donde es conveniente establecer controles intermedios que confirmen las prestaciones de la envolvente y faciliten las posibles tareas de refuerzo o reparación. En estas labores de infiltrometría es importante la experiencia y buenas prácticas, el manejo de nuevas herramientas y la capacidad de tomar decisiones.

Otro aspecto fundamental para tener en cuenta es que toda la envolvente hermética tiene que estar acabada para poder evaluarla mediante este ensayo. Eso quiere decir que muchos gremios deben dejar trabajos inacabados o preverlos de manera que la vuelta a la actividad no repercuta negativamente en la producción.

Para realizar el test Blower Door y detectar las infiltraciones en una vivienda es necesario conocer el funcionamiento de las siguientes herramientas:

- Kit Blower Door
  - Ventilador con diferentes diafragmas
  - Manómetro digital y conexiones
  - Estructura y panel de nylon
- Ordenador portátil
- Termoanemómetro con sonda de velocidad
- Generador de niebla vaporizada
- Cámara termográfica



Figura 1. Realización del test Blower Door.

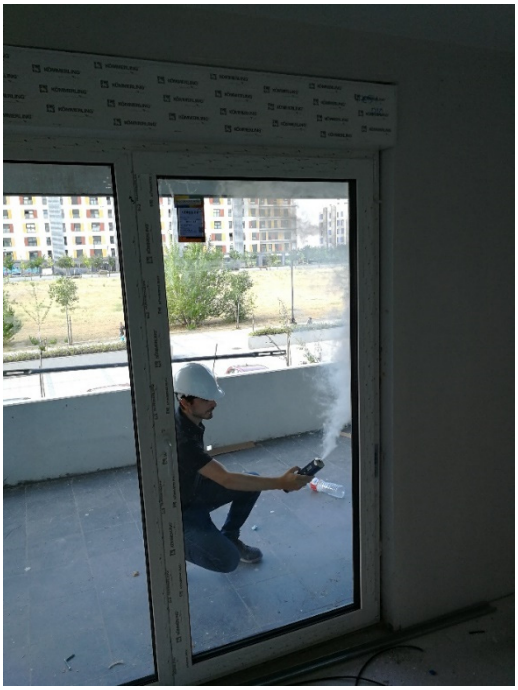


Figura 2. Detección de infiltraciones mediante generador de niebla vaporizada.

Nuevos perfiles profesionales

Las tareas mencionadas requieren de perfiles que pueden ir desde Arquitectos e Ingenieros de Edificación hasta operarios. En general, estos trabajos requieren alta cualificación y minuciosidad. Desde el diseño de las soluciones

hasta la ejecución final no hay espacio para la improvisación porque, una decisión poco meditada o la falta de control en fase de ejecución puede comprometer la superación de los ensayos conllevando retrasos y costes de reparación.

Aquí se describen algunos ejemplos de diferentes perfiles profesionales necesarios para una empresa promotora-constructora de tamaño medio y la equiparación que supondría para edificios certificados Passivhaus:

- Arquitecto/Ingeniero de Edificación especialista en diseño de soluciones (Passivhaus Designer/Tradesperson)
- Arquitecto/Ingeniero de Edificación especialista en control de ejecución (Passivhaus Designer/Tradesperson)
- Técnico Especialista en realización de ensayos Blower Door (Passivhaus Tradesperson)
- Operario especialista en ejecución de trabajos de hermeticidad

Esta demanda de personal cualificado y especializado choca con la formación de los trabajadores del sector. Aunque en los últimos años el porcentaje de trabajadores que no tenían la ESO ha bajado hasta el 10% sique existiendo una gran deficiencia de trabajadores con formación de grado medio y universitaria.

Año	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Ocupados	2.459,9	1.889,8	1.651,4	1.403,9	1.161,3	1.029,5	993,5	1073,7	1073,8	1128,3	1221,8
E. Primaria e inferior	24%	22%	20%	18%	15%	13%	10%	11%	11%	10%	10%
Primera etapa de educación secunda-ria y similar	38%	37%	38%	39%	39%	39%	41%	43%	42%	43%	43%
Segunda etapa de educación secun-daria	21%	22%	22%	22%	22%	21%	22%	20%	23%	23%	22%
Educación superior	17%	19%	21%	21%	25%	27%	27%	26%	24%	24%	25%

Fuente: Microdatos EPA. INE. Ocupados en miles

Figura 3. Nivel formativo de los ocupados en el sector de la construcción.

También es digna de mención el envejecimiento del sector en los últimos 10 años, donde el porcentaje de jóvenes menores de 34 años era del 42%, mientras que en el 2018 ese porcentaje es del 19%, lo que supone una bajada de 23 puntos porcentuales.

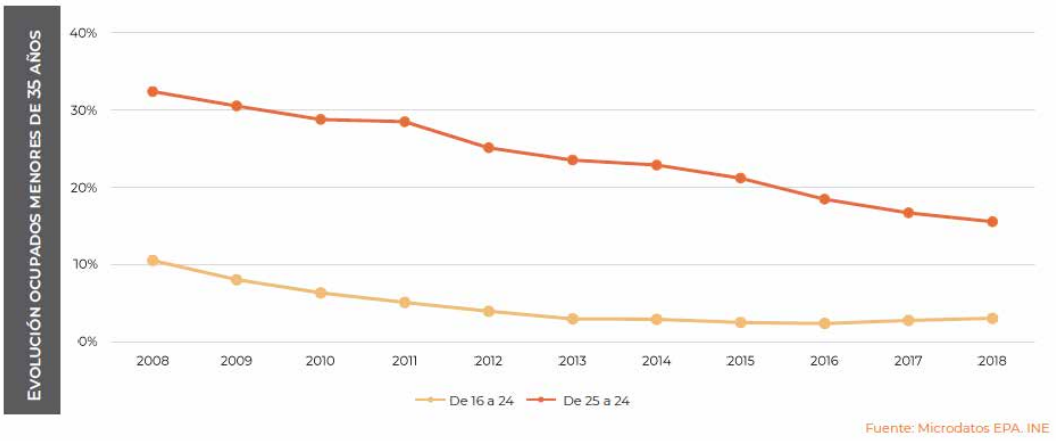


Figura 4. Evolución de los ocupados en la construcción menores de 35 años.

Nuevas empresas

Otra vertiente que se abre es el de las empresas consultoras o especializadas en la ejecución de trabajos de hermeticidad. Para las organizaciones que no puedan albergar en su estructura equipos dedicados a ello, una alternativa es recurrir a consultores externos que asesoren durante el proceso y/o empresas especializadas que

ejecuten y comprueben que se cumplen los valores de hermeticidad requeridos. Puede que esta opción sea la primera en aparecer ya que supondría una solución para conseguir ECCN *"llave en mano"*.

I+D+i

Para conseguir los objetivos deseados es necesaria la implicación de todo el sector. En general, se conocen ciertas técnicas aceptadas y buenas prácticas para solucionar la hermeticidad, pero en la mayoría de los casos requieren de esfuerzos organizativos y/o económicos considerables. Los nuevos especialistas serán los primeros en obtener datos medibles y nuevas soluciones que agilicen la ejecución y reduzcan costes, pero es tarea de la industria el conseguir nuevos materiales y técnicas que permitan implementar de manera natural la hermeticidad en el proceso constructivo. Este es otro de los campos en los que se podría investigar desde las universidades, que tienen en sus aulas los futuros profesionales mejor formados del sector.

CONCLUSIONES

La hermeticidad es un requerimiento de inclusión inminente para conseguir ECCN. Esta nueva realidad necesitará de nuevos perfiles profesionales que afronten el reto que esto supone.

La gran cantidad de trabajos y su diversidad advierten una escala de profesionales que tienen en común la especialización en eficiencia energética y hermeticidad.

Una de las claves para atraer a los jóvenes al sector y tener profesionales cualificados y especializados pasa por incorporar la eficiencia energética y específicamente la hermeticidad en los ciclos formativos y universidades.

Todo el sector debe volcarse para dar soluciones a la hermeticidad que no supongan un cambio drástico en la construcción a través de nuevos materiales, técnicas y sistemas.

AGRADECIMIENTOS

Nos gustaría dar las gracias a todos los compañeros de Grupo Lobe y a cada uno de los gremios que colaboran en obra para que la hermeticidad sea una parte más de nuestros edificios.

REFERENCIAS

- Informe Sobre el Sector de la Construcción, 2018, Fundación Laboral de la Construcción

SE HACE CAMINO AL ANDAR: LECCIONES APRENDIDAS EN PROYECTOS Y OBRAS EECN

Bega Clavero, Arquitecta Técnica, Passivhaus Tradesperson, Progetic
Oliver Style, Consultor Passivhaus, Director, Progetic

Resumen: Se exponen brevemente lecciones aprendidas en la consultoría y el control de ejecución en edificios ECCN, repasando los principios del diseño sostenible y estrategias de climatización. El artículo analiza los siguientes aspectos: el factor de forma como herramienta para dimensionar aislamientos a coste óptimo; las tipologías de tablero OSB para garantizar la hermeticidad al aire en sistemas constructivos de madera; el reto de la hermeticidad al aire en carpinterías singulares; y finalmente valora tipologías de sistemas de ventilación y climatización y las claves para su correcto funcionamiento.

Palabras clave: EECN, Factor de Forma, Aislamiento Térmico, Hermeticidad al Aire, Ventanas Correderas, Ventilación Mecánica, Climatización

INTRODUCCIÓN

La Directiva Europea de Eficiencia Energética de Edificios 2010/31/CE, señala que todos los edificios de nueva construcción deben ser un ECCN para finales del año 2020, aunque lo deberían ser todos, sin distinguir entre rehabilitaciones o de nueva planta.

El diseño y ejecución de ECCN ha pasado durante la última década de ser proyectos pioneros y excepcionales, a una realidad cada día más cercana a todos los profesionales del sector de la construcción, desde diseñadores y consultores, hasta constructores y operarios. Las normativas nacionales se acercan a los parámetros de eficiencia que exige la Directiva, haciendo que todo tipo de proyectos arquitectónicos se empiecen a concebir como edificios de muy bajo consumo energético.

A lo largo de estos años de transición y generalización de la eficiencia energética en la arquitectura, hemos ido acumulando experiencias como consultores energéticos. ¿Qué hemos apreciado? ¿Qué hemos aprendido? ¿Qué retos consideramos para el futuro próximo?

EL FACTOR DE FORMA Y EL AISLAMIENTO

Como consultores EECN, solemos trabajar en base a un anteproyecto o un proyecto básico, cuando la forma y volumetría del edificio ya están determinadas, a veces sin tener en consideración su importancia al momento de proyectar un edificio de alta eficiencia energética. Dicho diseño influye en el comportamiento energético del edificio, entre otros factores, mediante la compacidad, que se mide con el factor de forma. Éste se define como la relación entre la superficie de la envolvente térmica y la superficie de referencia energética:

$$\textbf{Factor forma} = S_{envolvente}\textbf{(m2) / SRE (m2)}$$

A menor valor de factor de forma, menor superficie de envolvente expuesta a pérdidas energéticas por m2 de superficie útil, y, por tanto, mayor eficiencia de nuestros cerramientos.

Hemos comparado algunos de los proyectos realizados hasta la fecha, según su tipología y los espesores de sus cerramientos, estableciendo un aislamiento equivalente para todos los proyectos con una conductividad térmica de 0,040 W/m·K, para que la comparativa no se distorsione por aislamientos con conductividades térmicas diferentes.

Edificios plurifamiliares

Se han analizado los datos de 3 edificios plurifamiliares EECN, de entre 3 y 5 plantas, construidos en las localidades de Girona, Puigcerdà y Donostia – San Sebastián:

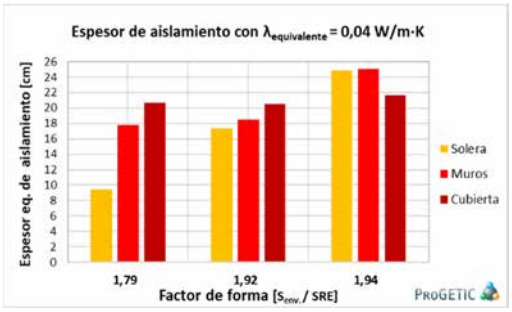


Figura 1. Espesores de aislamiento equivalente en solera, muros y cubierta, según el factor de forma.

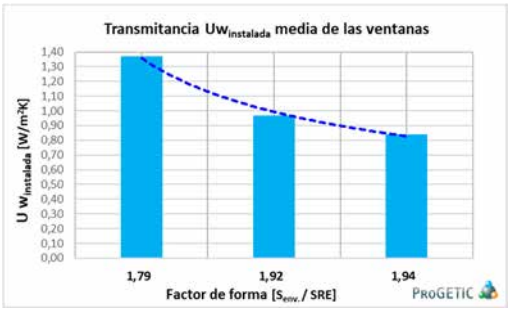


Figura 2. Transmitancia $Uw_{instalada}$ de las ventanas según el factor de forma.

Las gráficas indican una correlación clara: a mayor factor de forma, mayor espesor de aislamiento en los cerramientos opacos, así como una transmitancia $Uw_{instalada}$ media menor en el caso de las ventanas. Lógicamente hay otros factores que influyen, tal como la orientación, el diseño pasivo solar, los puentes térmicos, y la inercia térmica, que pueden permitir una reducción en las prestaciones de los cerramientos, si se optimizan en la fase de diseño.

Edificios Unifamiliares

De las viviendas unifamiliares, el estudio se ha acotado a 9 viviendas, ubicadas en la provincia de Barcelona, a una altura media de 241 m sobre el nivel del mar:

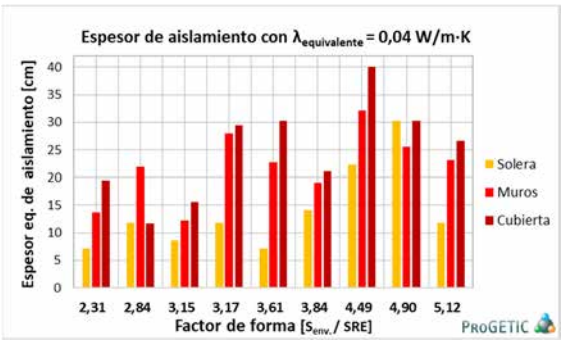


Figura 3. Espesores de aislamiento equivalente en solera, muros y cubierta, según el factor de forma.

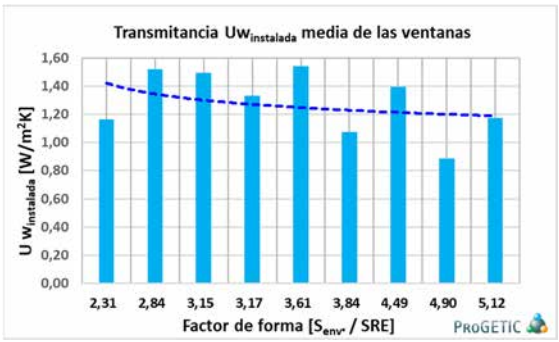
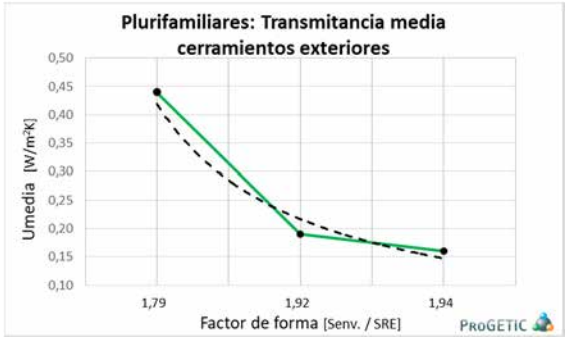
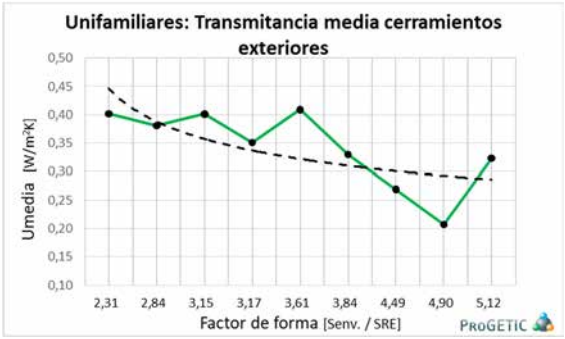


Figura 4.Transmitancia Uwinstalada de las ventanas según el factor de forma.

Aunque la tendencia es similar a los plurifamiliares, el caso de las unifamiliares es más complejo: se observan ciertas anomalías y casos en que el factor de forma no parece ser tan determinante en el espesor de aislamiento ni en las prestaciones de la ventana. Esto se debe a la influencia de otros factores tal como como la orientación, el diseño pasivo solar, los puentes térmicos, la inercia térmica, la radiación solar y las sombras que provoca el entorno del edificio, etc.





Figuras 5 y 6. Transmitancia media de los cerramientos en contacto con el aire exterior según su factor de forma, en edificios plurifamiliares y unifamiliares.

Observando las gráficas anteriores, queda evidente que se puede reducir espesores de aislamiento y prestaciones de las ventanas si diseñamos edificios de mayor compacidad. Normalmente existe un pequeño sobrecoste en obra al diseñarlo bajo los parámetros EECN pero, ¿por qué no usar una herramienta como el factor de forma para optimizar los costes de construcción y llegar al objetivo EECN a sobre coste cero?

EL BLOWER DOOR NO ENGAÑA

En la construcción en entramado de madera, es común utilizar el panel OSB estructural como capa hermética. Esta doble función del panel, hace que la definición de su clase y su espesor se haga, no solamente por la clase de uso y esfuerzos estructurales que tenga que soportar, sino también por el grado de infiltraciones de aire que requiera el edificio. El Instituto Passivhaus publicó el siguiente gráfico de un estudio realizado entre varios fabricantes y tipologías de OSB [4]:

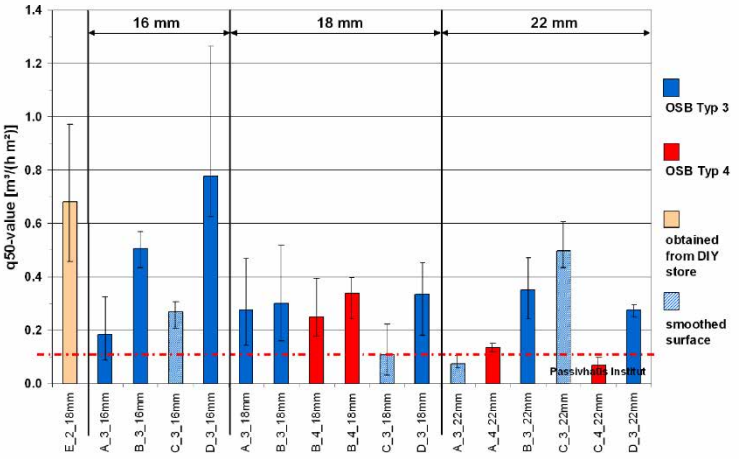


Figura 7. Resultados de hermeticidad (valor q50) de OSB 3 y 4 de diferentes fabricantes. Se muestra el valor q50 = 0,1 m3/m2h (línea punteada) como valor para alcanzar un alto nivel de hermeticidad.

Aunque se observa que el grado de infiltraciones depende principalmente del fabricante, los tableros OSB 4 de 22 mm de espesor son los que presentan un grado menor. En la práctica, nos hemos encontrado casos donde, al reducir el espesor del OSB por cuestiones económicas, se ha comprometido la hermeticidad.

Tomando en cuenta que la hermeticidad al aire de los tableros OSB varía por fabricante, podemos concluir que el OSB 3 de 18 mm es apto para conseguir una hermeticidad al aire de n50 ≤ 0,6 ren/h, siempre y cuando el sellado entre tableros y entre el resto de elementos se ejecute con cuidado y rigor.

Vivienda A	Vivienda B	Vivienda C
SRE = 304 m^2 S_{env} = 772 m^2 Vol int = 1082 m^3	SRE = 142 m^2 S_{env} = 445 m^2 Vol int = 391 m^3	SRE = 102 m^2 S_{env} = 442 m^2 Vol int = 258 m^3
OSB 3, 15 mm	**OSB 3, 18 mm**	**OSB 4, 22 mm**
n50 = 1,75 ren/h ✗ q50 = 2,17 m^3/ m^2h	**n50 = 0,53 ren/h ✓** q50 = 0,41 m^3/ m^2h	**n50 = 0,33 ren/h ✓** q50 = 0,18 m^3/ m^2h

Tabla I. Comparativa de resultados del test Blower Door de tres viviendas de entramado ligero.



Figura 8. Durante el test Blower Door en el Edificio A, se observó que el plástico se hinchaba de aire exterior que se infiltraba a través del panel.

LA HERMETICIDAD DE LAS CORREDERAS

La industria de la fabricación de carpinterías ha experimentado un gran avance cualitativo en los últimos años. De tener problemas para encontrar en el país perfiles para triple vidrio, hemos pasado a productos muy sofisticados en madera, aluminio, PVC y mixtas.

Las correderas se convierten en el tipo de perfilería que, aun habiendo mejorado sus prestaciones hasta Clase IV de hermeticidad al aire con las oscilo-paralelas y las elevables, requieren más atención cuando diseñamos las aperturas de un edificio. Después de presenciar tests Blower Door en edificios con correderas, concluimos que, para garantizar la hermeticidad, éstas deben tener como mínimo una hoja fija, y si son de varias hojas, que la fija quede en la posición central para que el cierre entre hojas fija y móvil sea hermético.

A continuación, comparamos los resultados de 3 edificios, dos con correderas de una sola hoja móvil y otra fija, y otro con 3 hojas correderas móviles:

Vivienda D	Vivienda E	Vivienda F
Correderas 2 hojas: **Móvil y fija**	**Correderas 2 hojas:** **Móvil y fija**	**Correderas de 3 hojas:** **Todas móviles**
n50 = 0,24 ren/h q50 = 0,16 m^3/ m^2h	**n50 = 0,53 ren/h** q50 = 0,41 m^3/ m^2h	**n50 = 1,60 ren/h** q50 = 1,50 m^3/ m^2h

Tabla II. Comparativa de resultados del test Blower Door de dos edificios con carpinterías correderas.



Figura 9. Imagen tomada durante el test Blower Door en la vivienda D, donde se observa un leve paso de aire durante la depresión producida.



Figura 10. Imagen tomada durante el test Blower Door en el Edificio F, donde el paso de aire es mucho mayor.

CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN, JUNTAS PERO NO REVUELTAS

Una corriente en el diseño de las instalaciones de edificios ECCN, es la de unir en una misma instalación el sistema de ventilación y el de climatización. A lo largo de años de experiencia en el diseño y la ejecución de instalaciones hemos constatado que no es recomendable climatizar mediante el aire de ventilación en climas húmedos y/o cálidos. Estos sistemas, que se basan en incorporar una batería de agua en el sistema de ventilación, tienen una potencia limitada, que en climas cálidos difícilmente llega a cubrir la carga de refrigeración, sobre todo en momentos de alta ocupación y durante olas de calor.

Por otra parte, se plantea la idoneidad de los sistemas radiantes y refrescantes en los edificios Passivhaus. Recomendamos que, si se instalan este tipo de sistemas en edificios Passivhaus, sean de baja inercia térmica, para conseguir una respuesta térmica más rápida del sistema a un requerimiento puntual de climatización, como, por ejemplo, una semana nublada sin radiación solar incidente en invierno. Para la refrigeración mediante sistemas radiantes, es imprescindible diseñar un sistema de deshumidificación por recirculación, independiente de la ventilación, y un control fiable de la temperatura del agua de impulsión para que la superficie radiante quede por encima de la temperatura del punto de rocío y se evitan condensaciones.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Después de este breve repaso por lecciones aprendidas en el diseño y construcción de edificios EECN, podemos concluir que, aun habiendo caminado mucho en estos últimos años, queda mucho camino por andar. La clave para poder mejorar en el diseño y la ejecución de edificios EECN la encontramos en recopilar y difundir experiencias, soluciones y proyectos entre los técnicos y empresas del sector.

REFERENCIAS

[1] http://www.plataforma-pep.org/estandar/ejemplos-ph
[2] https://passivehouse-database.org/index.php#s_67ac91744be6b20576d645f2c189fbcd
[3] https://elrondburrell.com/blog/passivhaus-heatloss-formfactor/
[4] Peper, Søren; Bangert, Armin; Bastian Zeno; 2014, Integrating wood beams into the airtight layer, Passivhaus Institut, Darmstadt.

SISTEMA DE ALARMAS EN EL FORMULARIO DEL REGISTRO DE CERTIFICADOS ENERGÉTICOS DE CATALUÑA PARA MEJORAR LA CALIDAD DE LOS DATOS

Lluís Morer, Jefe de área de ahorro y eficiencia energética, Instituto Catalán de Energía
Ainhoa Mata, Jefe de unidad de edificios, Instituto Catalán de Energía
Iñaki Requena, Jefe de programa de certificación energética, Instituto Catalán de Energía

Resumen: La veracidad y coherencia de los datos del registro de certificados energéticos son imprescindibles para conocer el parque edificatorio. El Instituto Catalán de Energía es el órgano competente en esta materia en Cataluña.

En el formulario de inscripción al registro de certificados se han programado un conjunto de alarmas que permiten verificar los datos entre el formulario y el archivo XML generado por las herramientas, mostrando mensajes de Error (impiden tramitar) y/o mensajes de Aviso (permiten presentar el trámite).

La directiva europea 844/2018 insta a renovar anualmente el 3% del parque edificatorio, y a que esas rehabilitaciones lleguen a niveles de edificios de consumo de energía casi nulo. Para que los gobiernos puedan verificar esta evolución es imprescindible conocer el estado de nuestro parque edificatorio.

Palabras clave: Datos Abiertos, Certificación Energética, Rehabilitación, Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo

IMPORTANCIA DE LOS DATOS EN LA SITUACIÓN ACTUAL

En Cataluña los edificios consumen el 27% de la energía final, aumentando hasta el 40% en Europa, debido a la mayor severidad climática. El parque edificatorio está envejecido, y gran parte del cual es anterior a 1980, careciendo de aislamiento térmico. Por ello, las políticas de impulso a la rehabilitación energética, son imprescindibles para cumplir con los objetivos del marco de clima y energía para 2030 en Europa.

(https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_es):

- al menos 40% de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (en relación con los niveles de 1990),
- al menos 27% de cuota de energías renovables,
- al menos 27% de mejora de la eficiencia energética.

Los datos del registro de certificados energéticos son fundamentales para conocer el estado actual y la evolución de la rehabilitación energética.

SISTEMA DE ALARMAS EN EL FORMULARIO DE CERTIFICADOS ENERGÉTICOS

Introducción

El Instituto Catalán de Energía es el órgano competente en materia de certificación energética de edificios en Cataluña. La veracidad y coherencia de los datos del registro de certificado son imprescindibles para que sean fiables y poder conocer el estado del parque edificatorio.

En 2013 se inició el registro telemático de certificados energéticos de Cataluña. Los cinco años anteriores, se recibían los certificados energéticos en papel. Actualmente disponemos de los certificados de casi 1.000.000 de edificios o partes de edificios, recibiendo un volumen diario de unos 500 certificados. Cada uno de ellos contiene la descripción constructiva y energética del edificio: superficie útil del edificio, superficie de los cerramientos, soluciones constructivas, potencia de las instalaciones, tipos de combustibles…

Estos datos son fundamentales para conocer el estado del parque edificatorio, datos de los cuales carecíamos hasta ahora. La obligación de la realización del certificado energético se aplica en toda la Unión Europea en aplicación de las directivas de eficiencia energética en los edificios (2002/91/CE, 2010/31/UE y 2018/844/UE). El objetivo de la certificación energética es informar a las personas que compran o alquilan sobre la eficiencia energética de los edificios, de forma sencilla y clara. Los certificados energéticos de edificios existentes también incluyen recomendaciones de mejora, como una medida más de impulso a la rehabilitación energética.

Los distintos países comparten las mismas preocupaciones: la calidad y veracidad de los datos de los certificados energéticos, así como su accesibilidad por parte de las personas usuarias.

Descripción del proyecto

El Real decreto 235/2013 que regula la certificación energética de los edificios en España, establece que se deberá realizar tareas de control e inspección de los certificados energéticos.

En Cataluña, la Dirección General de Energía y Minas realiza la inspección de un uno por ciento de los certificados energéticos tramitados anualmente. A su vez, la Agencia de consumo realiza campañas de inspección a inmobiliarias, para verificar que, en los anuncios de pisos en alquiler o venta, se dispone de la correspondiente etiqueta de eficiencia energética. Ambos son organismos de la Generalitat de Cataluña.

El Instituto Catalán de Energía (ICAEN) gestiona el registro y realiza la revisión de los certificados de eficiencia energética. Dado el volumen elevado de los certificados, se ha automatizado la revisión, implementado un sistema de alarmas para verificar en backoffice la coherencia entre los datos del formulario y el archivo XML generado por las herramientas de certificación energética, así como para revisar valores del archivo XML. Si los datos superan con éxito las alarmas, se envía de forma automática la etiqueta de eficiencia energética. En caso contrario, una persona del equipo de certificación energética de ICAEN revisa el certificado, enviando requerimientos a la persona suscriptora del trámite. El mensaje le llega a la página web de Trámites de la Generalitat de Cataluña.



Nom alarma	Data creació	Usuari creació	Activa	Gravetat
ZC	16/10/2017	inakiri	SI	Moderada
XML Existent vs Tràmit NC	08/03/2019	inakiri	SI	Greu
Ventilació residencial	16/10/2017	inakiri	SI	Greu
Superficie unifamiliar > 500 m2	04/07/2018	inakiri	SI	Moderada

Figura 1. Imagen del sistema de administración de alarmas.

Se revisa la coherencia entre el formulario y el archivo XML de las herramientas: superficie útil, calificación obtenida, etc. También se revisan datos del archivo XML como las transmitancias de los cerramientos, los rendimientos de los equipos, etc. Se trata de unas 90 alarmas configurables.

Metodología

La última evolución del sistema de alarmas ha sido incorporarlo en el propio formulario de solicitud de inscripción al registro. El formulario actual requiere que el usuario esté conectado a Internet para poder realizar las verificaciones. De esta forma, se mejora la calidad de los datos que se incorporan al registro, y se reduce el tiempo de revisión del certificado. Las alarmas son configurables, de forma que el nivel de exigencia podrá augmentar con el tiempo.



Figura 2. Imagen del formulario de inscripción al registro.

En el formulario se muestran dos tipos de mensajes. Cuando el parámetro afecta a la tasa de certificación, el formulario muestra un mensaje de "Error" que se debe solucionar para poder tramitar (error en la superficie útil, calificación, etc.). A su vez, existen verificaciones en el archivo XML generado por las herramientas. Se verifican parámetros del edificio como las renovaciones de aire, el rendimiento de las instalaciones, la versión de la herramienta de certificación utilizada. En este caso, se muestra un mensaje de "Aviso" recomendando la revisión de estos datos.

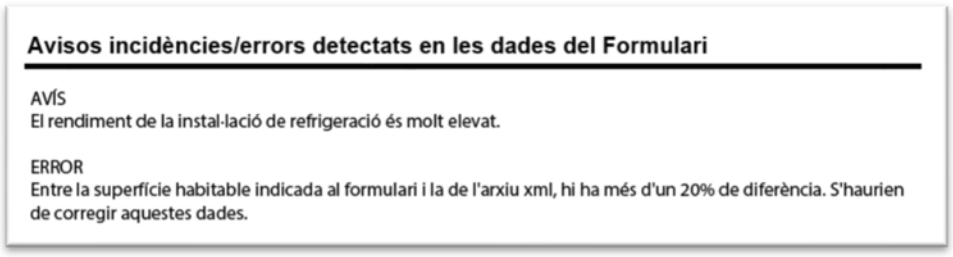


Figura 3. Imagen de mensaje de error y de aviso en el formulario de inscripción al registro de certificados.

Este sistema automatizado es configurable, permitiendo endurecer los requerimientos de forma progresiva. Se pueden aplicar alarmas en función de la calificación energética, el uso del edificio, edificios existentes u obra nueva… Así mismo, evita que los errores lleguen al registro, mejorando la calidad de sus datos.

RESULTADOS Y DATOS OBTENIDOS

Estos datos son fundamentales para poder cumplir con los objetivos globales de reducción del consumo de energía primaria no renovable y de emisiones de CO2. La directiva europea 844/2018 insta a renovar el 3% del parque edificatorio anualmente [para cumplir de manera rentable las ambiciones de la Unión en materia de eficiencia energética sería necesario realizar la renovación a una tasa media anual del 3 %]. A su vez, indica que los gobiernos deben fomentar que los edificios se rehabiliten hasta llegar a niveles de edificios de consumo de energía casi nulo.

Para que los gobiernos puedan verificar esta evolución es imprescindible conocer el estado de nuestro parque edificatorio, como se puede mejorar, y cuantos edificios se están rehabilitando. Actualmente estos datos esenciales no están suficientemente sistematizados, y es necesaria la calidad y la interrelación entre bases de datos de catastro, certificación, inspecciones técnicas de la edificación, etc.

Los datos del registro de certificado de eficiencia energética de Cataluña son abiertos y se pueden consultar por distintas vías (excluidos los datos protegidos por la Ley Orgánica de Protección de datos). Se pueden descargar desde la web de ICAEN en formato Excel, se pueden descargar desde la web de Datos abiertos de la Generalitat de Cataluña en formato .csv, o bien se pueden visualizar en un mapa.



Figura 4. Imagen de Hipermapa.



Figura 5. Imagen del portal de Datos Abiertos.

Estos datos se pueden utilizar para realizar estudios sobre el estado del parque edificatorio, siendo de utilidad para empresas que quieran realizar acciones comerciales, y para la elaboración de políticas de impulso de la rehabilitación desde las administraciones.

Desde ICAEN, los datos del certificado nos han permitido generar el informe del gasto energético, que se envía junto con la etiqueta de eficiencia energética. Este documento compara el edificio certificado con la media de edificios similares a él, y traduce el gasto energético a euros, para facilitar la comprensión de la persona compradora o que alquila el edificio o parte de este.



Figura 6. Imagen de la etiqueta de eficiencia energética y del informe de gasto energético.

CONCLUSIONES

La coherencia de los datos del certificado de eficiencia energética es imprescindible para que las consultas sean fiables, y para dar credibilidad a la certificación, consiguiendo que la ciudadanía deje de verla como un mero trámite.

Según la modificación del Código técnico de la edificación presentada en Bruselas, un edificio de consumo de energía casi nulo es un edificio, nuevo o existente, que cumple con las exigencias reglamentarias establecidas en este Documento Básico "DB HE Ahorro de Energía" en lo referente a la limitación de consumo energético para edificios de nueva construcción.

Los programas de certificación energética son los mismos que verifican el cumplimiento del Código técnico de la certificación: el archivo XML generado por estas herramientas contiene información sobre su cumplimiento. Desde el registro de certificados se podrá analizar el número de edificios que son de consumo de energía casi nulo, de nueva construcción y edificios existentes.

El conocimiento del parque edificatorio actual nos permitirá diseñar las políticas más adecuadas para que pueda mejorar hasta niveles de edificios de consumo de energía casi nulo.

REFERENCIAS

- Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.
- Directiva (UE) 2018/844 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios y la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética (Texto pertinente a efectos del EEE) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32018L0844
- Proyecto de Real Decreto por el que se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/tris/es/search/?trisaction=search.detail&year=2018&num=617

TURNKEY RETROFIT, SOLUCIONES PARA DISEÑAR Y DIGITALIZAR EL VIAJE DEL USUARIO EN LOS PROCESOS DE REHABILITACIÓN Y RENOVACIÓN DE VIVIENDAS

Miriam García Armesto, Directora General, ANERR
Silvia Urra Uriarte & Jorge Torres, Investigadores, TECNALIA

Resumen: El proyecto europeo TURNKEY RETROFIT desarrolla y replica un servicio integrado de renovación de viviendas que operará inicialmente en 3 Países de la UE- Francia, Irlanda y España - con una inversión prevista de 335 millones de euros para la renovación de viviendas en los primeros 5 años después de fin del proyecto (aproximadamente 14 700 viviendas renovadas, lo que genera 96,6 GWh / año de ahorro de energía primaria activada). El resultado se extrapolará al resto de países de la Unión Europea a través del Green Building Council network. El servicio TURNKEY RETROFIT busca transformar el viaje del usuario, en la actualidad complejo y fragmentado, en un proceso simple, directo y atractivo accesible a través de una plataforma digital de fácil uso, que incluirá el diagnóstico técnico y de comportamiento inicial, la oferta técnica, el desarrollo del contrato y acuerdo, la estructuración y provisión de apoyo financiero, así como la coordinación in situ de las obras y el aseguramiento de la calidad. Una renovación que va más allá del deseo de reducir las facturas de energía y aumentar el valor de la vivienda, y busca un hogar, confortable que mejore la salud y la calidad de vida. El proyecto se ha iniciado en junio de 2019 y se prolongará hasta noviembre de 2021, y recibe financiación del programa europeo H2020 bajo el número de contrato No 839134.

Palabras clave: Edificios Energéticamente Eficientes, Servicio Integrado, Viaje del Usuario, Experiencia de Usuario, Calidad de Vida

OBJETIVOS DEL PROYECTO

Turnkey retrofit se plantea sobre la base de 6 objetivos concretos que se desarrollaran a lo largo del proyecto. Estos objetivos son:

1. Detectar y compilar los factores de éxito de las cinco plataformas lideres de estos servicios de renovación y rehabilitación en Europa, para formar una línea base sobre la que trabajar y conseguir que el proyecto de Rehabilitación TURNKEY RETROFIT tenga el mayor impacto posible.
2. Realizar un análisis exhaustivo del contexto local, las necesidades, barreras y frenos potenciales y los actores principales. Este análisis se realizará de forma separada en cada país: Francia, España e Irlanda, para que el resultado final sea lo mas adecuado posible a las necesidades específicas de cada mercado.
3. Diseño e implementación de modelos de negocio económicamente viables, que lleguen a poder ser gestionados para el final del proyecto por el sector privado sin la necesidad de inversiones públicas. Se busca también que al mismo tiempo sirvan de apoyo para que los propietarios de la vivienda puedan acceder a la financiación pública y las ayudas al sector de forma sencilla para cubrir los costes de rehabilitación de sus viviendas.
4. Involucrar a todos los actores de la cadena de valor de la rehabilitación y reforma, activando su compromiso con el proyecto, incluyendo profesionales de la construcción e instaladores, instituciones y empresas financieras, empresas de servicios púbicos con obligación de fomentar el ahorro de energía y la eficiencia energética, gobiernos locales y autonómicos e inmobiliarias, que permitan ejecutar y replicar el servicio Turnkey Retrofit.
5. Demostrar y promocionar que a través del servicio TurnKey Retrofit se consigue una experiencia muy sencilla y asequible para el usuario, propietario de la vivienda, en intervenciones de rehabilitación y reforma. Y mostrar que mucho más allá de solucionar patologías o problemas de la antigüedad de la edificación, se consiguen otros beneficios muy importantes en términos de ahorro, calidad de vida y salud, y protección de medio ambiente.
6. Crear evidencias sobre el proyecto, aportando casos de éxito monitorizados así como la rentabilidad de ofrecer estos servicios. Comunicar estas acciones a las asociaciones de vecinos y administradores de fincas y profesionales, para que la demanda crezca.

Con estos objetivos se contribuye a retos relevantes como hacer crecer la demanda en el sector de la construcción y crear empleo de calidad, mejorar la calidad de vida y el confort de las viviendas, especialmente en las ciudades consiguiendo así luchar contra los efectos de la pobreza energética.

FASES DEL PROYECTO

El proyecto TURNKEY RETROFIT se organiza en torno a distintos paquetes de trabajo, que marcan las distintas fases del mismo:

1. La primera fase busca definir la metodología y las herramientas de TURNKEY RETROFIT en la parte que corresponde al "Viaje del usuario" optimizado e integrado en una plataforma digital común. Para ello se realizan específicamente las siguientes acciones:
    - Analizar las lecciones aprendidas de experiencias prometedoras de servicios de renovación integrados que emergen en Europa (incluidos Operene, Izigloo, BetterHome, Energiesprong y SIRE)
    - Definir el “viaje del usuario” completo optimizado del servicio integrado TURNKEY RETROFIT
    - Implementar el servicio integrado TURNKEY RETROFIT en una plataforma digital.
    - Describir las especificaciones de requisitos funcionales y no funcionales
2. En la segunda fase se desarrollarán modelos comerciales ad-hoc para garantizar la explotación sostenible del servicio TURNKEY RETROFIT sin la necesidad de subsidios públicos. Se proporcionará una imagen clara de las oportunidades de negocio asegurando una amplia adopción por el mercado del enfoque técnico y comercial de TURNKEY RETROFIT. También creará una comunidad de actores comprometidos con la replicación rdel servicio en otras regiones y otros países de la UE después del final del proyecto.
3. La tercera fase del proyecto es aquella en la que se prepara y lleva a cabo la implementación del servicio TURNKEY RETROFIT en España e Irlanda. En esta fase se llevarán a cabo las siguientes acciones:
    - Se transferirá el conocimiento y las lecciones aprendidas de las fases anteriores a socios españoles e irlandeses y a los Grupos locales de Implementación.
    - Se analizarán las necesidades locales y los actores existentes en los 2 países / regiones de la UE (norte de España e Irlanda) donde el servicio TURNKEY RETROFIT continuará operando.
    - Testeo de la plataforma digital en Francia, donde el modelo se ejecutará primero.
    - Se establecerán los arreglos contractuales requeridos entre el operador del servicio y los agentes locales involucrados.
    - Se implementará el servicio integrado TURNKEY RETROFIT adaptado al contexto local de estos 2 países europeos.

Además de estas fases de proyecto, de forma continua se procederá a evaluar los impactos que se vayan logrando durante el proyecto y se cuantificaran los impactos a ser obtenidos y dirigidos después del proyecto.

AGRADECIMIENTOS

“This project has received funding from the European Union’s Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 839134”.

"DISEÑA TU CASA+SOSTENIBLE" UN CONCURSO PARA IMPLICAR A LOS MÁS JÓVENES EN LOS CONCEPTOS EECN Y SOSTENIBILIDAD

Ana I. Menéndez Suárez, Gerente, EFINCO, Socia, ENERSEN

Resumen: La revolución en la construcción y los objetivos de los próximos años en materia energética aplicada a la construcción, así como los nuevos valores con respecto a la sostenibilidad, requieren importantes esfuerzos de concienciación y educación en la sociedad. Los más jóvenes son los más abiertos y los que mejor absorben estos cambios, dando por sentados valores como el ahorro, el confort y el medio ambiente. El concurso ***diseña tu casa+sostenible*** propone en tres fases complementarias un estudio completo de los proyectos EECN; idea conceptual, desarrollo y ejecución y exposición y defensa ante un jurado. Los grupos de participantes deben trabajar en equipo y saber defender su proyecto frente a un jurado compuesto por todos los agentes que intervienen en el proceso de construcción. El objetivo es divertirse, comprender y aprender de manera práctica que cambios conllevan los EECN y cómo podemos mejorarlos sin las restricciones formales que serían de aplicación en un público adulto.

Palabras clave: Eficiencia Energética, Energía Renovable, Sostenibilidad, Valores, Arquitectura, Ingeniería, Construcción, Educación

CONCIENCIANDO DE LA IMPORTANCIA DEL EDIFICIO DE CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO

Vista desde la sociedad en general, la construcción es un sector muy maduro con pocos márgenes de mejora. En los últimos tiempos ha decaído el interés de los jóvenes por participar en él, siendo otros ámbitos como la informática, la ciencia, la tecnología o las actividades relacionadas con la salud, las grandes ganadoras en cuanto avances y desarrollos. Sin embargo, dentro del sector hemos visto grandes cambios en los últimos años, con una tecnificación de los trabajos, un desarrollo de nuevos materiales, unos objetivos muy definidos en cuanto a ahorro energético e incluso producción de energía, con un incipiente interés por la sostenibilidad y el ciclo de vida de los edificios.

Es por estos motivos, que se hace necesario la realización de actividades destinadas a un público general y joven que les ayuden a entender y comprender el porqué de la nueva construcción, los retos y las posibilidades reales de un sector tan importante para la economía de un país.



Figura 1. Colaboradores en las ediciones "Diseña tu casa+sostenible".

Asturias, una región con un alto grado de implicación en temas de sostenibilidad, se ha puesto a trabajar con todos los agentes implicados; Consejería de Educación, Colegio de Arquitectos de Asturias, Colegio de Ingenieros Industriales de Asturias, Colegio de Aparejadores, CAC-ASPROCON, FLC (Fundación Laboral de la Construcción de Asturias), ENERNALÓN (Agencia de Energía del Nalón), ENERSEN y VIESGO para montar un escenario que propiciara el encuentro del sector con un público joven y abierto a experimentar.

Origen de "diseña tu casa+sostenible"

En el año 2018 la Agencia de la Energía de Langreo (Enernalón) decidió darles un giro a las actividades relacionadas con la Feria de la Energía que como todos los años se venía realizando en el municipio de Langreo y para ello, buscaba actividades nuevas que pudieran incluir a la ciudadanía en aspectos relacionados con la eficiencia energética.

Desde *ENERSEN* se le propuso un concurso técnico para los más jóvenes, con un jurado de excelencia que pudiera poner en contexto la energía, la edificación, la arquitectura y la ingeniería. Se contactó con los representantes de todos los gremios para exponerles la idea que todos aceptaron desde un primer momento, para observar cómo se conectaba todo el tejido empresarial, para abordar con los más pequeños este reto.

Bases del concurso; descripción

"Diseña tu casa+sostible" trabaja el objetivo, que al finalizar el proyecto, los participantes posean una idea clara de las fases de un proyecto y las dificultades de su ejecución. Al finalizarlo, deben poder defender el porqué de sus decisiones.

Para ello, se ha pedido en las bases los siguientes requisitos:

- Los equipos representarán a los colegios, un colegio podrá presentar si lo estima, a varios equipos.
- Los equipos han de estar formados por un mínimo de 4 personas y un máximo de 10. (Los equipos pueden estar formados por alumnos y profesores, siempre que los alumnos representen al menos tres cuartas partes del total de la participación).
- El formato mínimo de presentación será en papel A1 (594x841 mm.) sobre soporte rígido, podrán aportarse como material complementario en formato libre maqueta, un mural, estructura, ... No se admiten formatos digitales, puesto que los proyectos se expondrán al público durante la feria Expoenergía 2018.
- El proyecto presentado ***"Planifica tu casa + sostenible"*** debe estar explicado en el propio material presentado, se debe dejar claro, cuales han sido los criterios del proyecto y como podrían alcanzarse con la ejecución práctica. Son aceptables, tanto las simulaciones como el documento explicativo de manera escrita.
- Los finalistas del concurso deberán hacer una ***exposición oral*** de su proyecto, podrán apoyarse además del material presentado, en otra documentación gráfica que quieran aportar como un PowerPoint, los ponentes han de ser exclusivamente alumnos, con la independencia de la integración en el equipo de profesores.

Desarrollo del concurso

Para poder garantizar una igualdad en la madurez de los concursantes se decidió, dividir los participantes entre primaria y secundaria, seleccionando tres finalistas en cada categoría.

En la primera edición del año 2018, la mayoría de los proyectos presentados eran de secundaria, con propuestas diversas que abarcaban distintos aspectos de la edificación, los tres finalistas basaron sus proyectos en:

- Vivienda unifamiliar aplicada a la vida cotidiana y que incorporaba fuentes de energía renovables como un aerogenerador para producir su propia energía. Desde el punto de vista de la sostenibilidad, todos los proyectos tenían claro que la necesidad de un huerto para el autoconsumo y el reciclado de basuras son indispensables.
- La utilización de la tecnología para la correcta gestión del agua y la energía dentro de la vivienda, implementado en todo tipo de edificios.
- Vivienda unifamiliar basada en la utilización de materiales reciclados, incluyendo una maqueta en la que todas las soluciones aplicadas eran conducentes a la mejora del ciclo de vida.

En el caso de los participantes de primaria, solo se presentó un colegio con una representación gráfica de una sección de la vivienda en la que destacaba también el reciclado y el uso del huerto ecológico con paneles solares en cubierta y el uso del viento como fuente de energía renovable.



Figura 2. Propuesta vivienda sostenible I edición 2018.

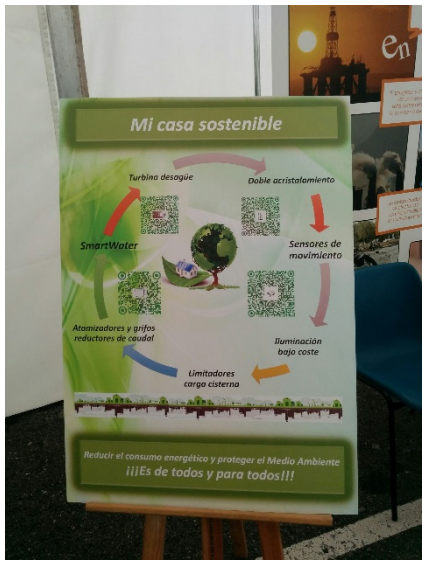


Figura 3. Propuesta domotización I edición 2018.

En la edición del año 2019, se amplió la participación a los Centros de Ocupación para personas con discapacidad, puesto que, en la edición anterior, algunos centros manifestaron su interés en que sus alumnos pudieran realizar trabajos en estas líneas.

En esta II edición los participantes se abrieron más a ideas distintas de la vivienda tradicional, buscando en la imaginación otros conceptos de edificio, de este modo:

- Dos proyectos coincidieron en la idea de casa bajo tierra, que les permitía aislar de un modo más natural, combinado con el concepto de cubiertas vegetales y un diseño integrado en entornos naturales. Las energías renovables son elemento que ha sido contemplado en todas las propuestas.
- Un proyecto envolvía la vivienda para protegerla de las inclemencias del frío del invierno y de los calores del verano, permitiendo desplegar la envolvente a modo de flor.

En la categoría de primaria se vuelve al concepto de sostenibilidad, utilizando el reciclaje y la reutilización como elementos indispensables para la correcta gestión del uso del edificio.

Todos los proyectos se han realizado dentro de los colegios que los representan, el muchos de los casos no comprometen la actividad normal del centro, sino que se realizan en horario extraescolar o en los recreos, por lo que la participación es totalmente voluntaria.

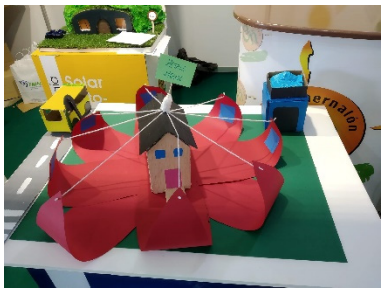


Figura 4. Proyecto pétalo House.



Figura 5. Casa enterrada.



Figura 6. Eco House.



Figura 7. I Premio Primaria 2018.



Figura 8. Vivienda Recicla.



Figura 9. I Premio Secundaria 2018.

El desenlace, presentación bajo jurado

El momento de más nervios y en el que los concursantes han tenido más dificultades, ha sido sin duda, la exposición oral frente a los jueces que escuchaban las propuestas presentadas y que evaluaban los proyectos en base a los tres criterios comentados:

- 1/3 de la puntuación proviene de la idea.
- 1/3 de la puntuación es la presentación mediante memoria explicativa y una maqueta del Proyecto.
- 1/3 de la puntuación la representa la exposición oral.

Ha resultado sumamente interesante ver, como según el gremio que puntúe, valoran unos aspectos frente a otros, así la arquitectura pondera sobre todo la idea del Proyecto, la ingeniería la implementación de soluciones en equipos de generación, los constructores la facilidad o complejidad de las soluciones constructivas, educación los aspectos de presentación lingüística, etc.

El premio, un modo de seguir aprendiendo

Como todo concurso, no nos podemos olvidar del premio final, que siempre ha sido un quebradero de cabeza, pues se pretendía que fuera un incentivo, pero que resultara ilustrativo de la temática para la que se han esforzado tanto y al mismo tiempo, les permitiera conocer algo más acerca de la construcción o la energía.

Finalmente, se valoró que el equipo ganador recibiera una excursión organizada para ampliar conocimientos en algún campo objeto del concurso:

- En el año 2018 el viaje organizado fue a conocer en directo un parque eólico, desde Viesgo (propietario del mismo), se les organizó una explicación didáctica acompañada con una visita al interior de un aerogenerador que todos grandes y pequeños disfrutaron.
- En el año 2019, la FLC de Asturias, organizó un taller en sus instalaciones para dar a conocer el mundo de la albañilería y el de la jardinería con unos entusiastas alumnos que llenaron las instalaciones de actividad juvenil.



Figura 10. Visita a "Pico Gallo" parque eólico.



Figura 11. Taller albañilería FLC Asturias.



Figura 12. Taller jardinería FLC Asturias.

El concurso a través de estos premios abre la puerta a dar una mayor visualización al sector, y a involucrar en distintas actividades relacionadas con el EECN a las nuevas generaciones, que disfrutan de un día con actividades alternativas, pero ven la relación que existen entre energía, construcción y EECN.

CONCLUSIONES

Tras dos ediciones de este concurso hemos visto que la sociedad se va adaptando de manera rápida a los cambios que el concepto EECN va promoviendo.

Pensar en edificios que no consumen energía y que apuestan por la reutilización, el reciclado y la eliminación de la huella de carbono era una visión hace 10 años. Sin embargo, hoy en día, se organizan concursos para niños entre los 6 y los 16 años, sin una formación técnica específica y son capaces de llegar a las mismas conclusiones que los técnicos que participan en Congresos Nacionales e Internacionales:

- Los edificios deben tener orientaciones que favorezcan el uso gratuito del sol y otras fuentes de energía renovables.
- La envolvente afecta al comportamiento energético y debemos buscar materiales que aíslen nuestros edificios.
- La energía que utilizamos debe provenir de fuentes renovables y debe ser incluida dentro del propio espacio del edificio, para compartirla después.
- Las materias primas que utilicemos deben ser naturales o al menos recicladas.
- En el uso del edificio debemos incluir, espacios verdes, posibilidad de eco huertas, espacios destinados para el reciclaje y acopios para selección de basuras.
- Todos los hogares deben tener acceso a carga de vehículos eléctricos, tanto para uso privativo como colectivo.



Figura 13. Asistentes a la II edición 2019.



Figura 14. Participantes II edición 2019.



Figura 15. Participantes I edición 2018.

AGRADECIMIENTOS

A todas aquellas agentes que han participado de forma desinteresada y en pos de una divulgación de los criterios de ahorro energético y sostenibilidad; Colegio de Ingenieros Industriales de Asturias, Colegio de Arquitectos de Asturias, Colegio de Aparejadores de Asturias, FLC de Asturias, Consejería de Educación, Ayuntamiento de Langreo, Enernalón, Viesgo, Procinsa, Enersen, Uría Ingeniería de Instalaciones, Lacc Ingenieros y Efinco.

No podríamos terminar esta comunicación sin agradecer su participación a los verdaderos protagonistas de este concurso “Diseña tu casa+sostenible” que han sido los jóvenes que al participado bajo el estandarte de sus centros educativos; C.P. Liceo Mierense, IES Bernardo de Quirós, Colegio Palacio de Granda, C.P. de Felechosa, CAI de Pando y otros muchos que han hecho realidad este proyecto.

RETOS PARA LOGRAR UN PARQUE INMOBILIARIO DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y DESCARBONIZADO EN 2050

Yago Massó Moreu, Director técnico, ANDIMAT (Asociación Nacional de Fabricantes de Materiales Aislantes)

Resumen: La Directiva 2018/844 de Eficiencia Energética de Edificios [1] publicada el 19 de Junio de 2018, fija la obligatoriedad a los Estados Miembros a establecer una estrategia a largo plazo para apoyar la renovación de todos los edificios residenciales y no residenciales, tanto públicos como privados, transformándolos en parques inmobiliarios con alta eficiencia energética y descarbonizados antes de 2050. Ello supondrá una transformación económicamente rentable de los edificios existentes en edificios de consumo de energía casi nulo (EECN). Adicionalmente, el pasado día 8 de mayo de 2019 se publicaron unas recomendaciones de la Comisión (UE) 2019/786 [2] relativas a la renovación de edificios para aumentar la eficiencia energética de los edificios, que contribuirían activamente a la independencia energética de la Unión y además poseen un gran potencial para crear empleo. Esta comunicación pretende dar a conocer los retos que se deben fijar y se plantearán ejemplos y experiencias realizadas de otros países de nuestro entorno que puedan ayudar a implementar esta Directiva en España.

Palabras clave: EECN, EPBD, Edificios, Renovación, Rehabilitación Profunda, Financiación, Cálculo de la Eficiencia Energética, Certificados de Eficiencia Energética, Incentivos, Pobreza Energética

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la Directiva de Eficiencia Energética de Edificios los estados miembro deben definir y garantizar que todos los edificios nuevos sean Edificios de Energía Casi Nula (EECN) antes de que finalice el año 2020. Esto supone una gran oportunidad para maximizar los ahorros energéticos y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. La publicación del nuevo Código Técnico de la Edificación fijará los nuevos valores para edificios de nueva construcción y edificios existentes.

La nueva Directiva obliga a los Estados Miembros a fijar una Estrategia de Rehabilitación a Largo Plazo (ERLP) antes del próximo 10 de Marzo de 2020. Una estrategia global destinada a lograr un parque inmobiliario con alta eficiencia energética y descarbonizado (entendiéndose por parque inmobiliario descarbonizado aquel cuyas emisiones de carbono se han reducido a CERO, mediante la reducción de las necesidades energéticas garantizando, al mismo tiempo la satisfacción de las necesidades restantes a partir de fuentes de energía sin emisiones de carbono en la medida de lo posible) y una transformación económicamente rentable de los edificios existentes en EECN.

El 65 % del stock de edificios de la UE se han construido antes del año 1980. En España esta cifra es del 55%, en concreto 13.759.266 viviendas construidas sin ninguna normativa que fije criterios de eficiencia energética, es decir edificios que no poseen aislamiento térmico en su envolvente, convirtiéndose en auténticos depredadores de energía. Este punto se agrava aún más debido a la gran distancia que separa el parque edificado español de las exigencias europeas relativas a eficiencia energética de los edificios. [3]

El objetivo de esta comunicación es proporcionar información sobre la implementación de la Directiva 2018/844 que debe entrar en vigor a más tardar el 10 de Marzo de 2020 y experiencias realizadas por países de nuestro entorno en relación con:

- Los edificios existentes: fijar una ERLP, hoja de ruta con hitos para 2030, 2040 y 2050, apoyar la movilización de inversiones necesarias para rehabilitar los edificios
- Los edificios nuevos: tomar medidas para garantizar que los edificios nuevos cumplan los requisitos mínimos de eficiencia energética y verificar la viabilidad técnica, medioambiental y económica de las instalaciones de alta eficiencia
- Los certificados de eficiencia energética de edificios y un pasaporte voluntario de renovación.

La Directiva también hace mención a instalaciones técnicas de los edificios, electromovilidad, detectores inteligentes e inspección de instalaciones de calefacción y aire acondicionado y metodología de cálculo de eficiencia energética.

ESTRATEGIA DE REHABILITACIÓN A LARGO PLAZO (ERLP)

Para elaborar y desarrollar una Estrategia de Renovación se puede seguir una serie de pasos divididos en seis etapas claves, como muestra la figura 1, que cubran todos los puntos incluidos en la Directiva.



Figura 1. Fases para desarrollar una estrategia de rehabilitación. Fuente: BPIE. [4]

Las etapas 2 a 5 de la Figura 1 también pueden incluir una consulta a las partes interesadas (propietarios, usuarios, agentes de la construcción, entidades financieras, energéticas y sectores fabricantes). La Directiva obliga a que exista una consulta pública previa de la estrategia previa a su envío a la Comisión, de esta forma se mejoraría el conocimiento y contenido de estrategia nacional de rehabilitación. *Un ejemplo de éxito de esta medida se produjo en Dinamarca cuando se elaboró la estrategia de rehabilitación en el año 2014 con resultados muy positivos*.

La Estrategia de Renovación a Largo Plazo (ERLP) debe incluir en otras cosas, lo siguiente:

- Buscar un enfoque económicamente rentable y proponiendo que se aprovechen casos de alquiler, venta, obras de mantenimiento, reformas, ampliaciones o alguna circunstancia para dinamizar las rehabilitaciones.
- Promover renovaciones profundas: se entiende por renovación profunda aquellas renovaciones que generan mejoras significativas de la eficiencia generalmente en más de un 60 %.
- Introducir pasaportes de renovación de edificios.
- Políticas y acciones dirigidas a los edificios menos eficientes y a reducir la pobreza energética.
- Políticas y acciones destinadas a edificios públicos: la DEEE exige a las autoridades públicas que den ejemplo. La Directiva fija un requisito de renovación del 3% anual del parque de edificios públicos, actualmente sólo se renueva entre un 0,4 a 1,2 % anual.

- Incentivos para el uso de tecnologías inteligentes y capacitación: garantizando que los profesionales de la construcción cuenten con la capacitación y los conocimientos técnicos.
- Establecer una hoja de ruta con medidas, indicadores medibles e hitos para 2030, 2040 y 2050; hitos ambiciosos y claros que son esenciales para reducir los riesgos y las incertidumbres de los inversores, y atraer a las partes interesadas y a las empresas. La disponibilidad de datos fiables y coherentes es un factor determinante a la hora de establecer indicadores cuantitativos.
- Vincular los ahorros a incentivos financieros: las competencias y capacidades son esenciales para garantizar la calidad de una rehabilitación. Los incentivos financieros para promover la eficiencia energética deben exigir que las medidas de reforma sean aplicadas por instaladores cualificados o certificados que permitan garantizar unos ahorros de energía simulados y reales, para así reducir riesgos de inversion.
- Promocionar y mejorar los certificados de eficiencia energética de edificios. Para que sirvan de base a los usuarios, administraciones y entidades financieras en actuaciones de rehabilitación.

Las ventajas derivadas de la rehabilitación de edificios y una ambiciosa ERLP beneficiarán al usuario, medio ambiente y el país. En la tabla 1 y 2 se muestran algunos de los beneficios.

Beneficios socio económicos
Aumento del PIB asociado a la actividad económica de la rehabilitación de forma directa (empresas de rehabilitación) e indirecta (industria auxiliar, fabricantes de productos de construcción y equipos)
Un aumento del número de empleos en el sector de la construcción;
Se reduce la factura energética y se reduce la dependencia energética del país
Aumenta la productividad laboral gracias a la mejora de las condiciones de trabajo y de vida
Disminuyen los costes relacionados con la salud y la enfermedad: *un estudio [5] concluye que por cada € invertido en aislar la envolvente de un edificio supone un beneficio de 0,78 € debido a la reducción del absentismo laborar por enfermedad*
Reducción de la pobreza energética y se revalorizan los activos inmobiliarios

Tabla I. Ventajas socio económicas asociadas a las rehabilitaciones profundas en edificios.

Beneficios medioambientales
Mejora la calidad de aire de los edificios y las ciudades
Se aprovecha la renovación para eliminar sustancias peligrosas en edificios, como el amianto
Se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono

Tabla II. Ventajas medioambientales asociadas a las rehabilitaciones profundas en edificios.

La **ERLP** debe remitirse a la Comisión por cada Estado Miembro como anexo dentro del marco de su plan nacional integrado de energía y clima (fecha límite de presentación 31 de Diciembre de 2019 y luego cada 10 años), La fecha límite de la primera ERLP será el 10 de Marzo de 2020. Suplica

FINANCIACIÓN PARA REHABILITAR LOS EDIFICIOS

El artículo 2*bis* de la Directiva menciona que los estados miembros deberán apoyar la movilización de inversiones en la rehabilitación de edificios que ayude a implementar la ERPLP. Un estudio realizado por un grupo de instituciones financieras de eficiencia energética en el año 2015 fijó en 60-100 billones de € la inversión necesaria para mejorar la eficiencia energética en Europa. [6]

Los mecanismos que deben facilitar los Estados Miembro para apoyar la movilización de inversiones en la rehabilitación consisten en:

1. Agrupar proyectos, por ejemplo, plataformas o grupos de inversión y consorcios de PYMES que permitan el acceso de los inversores, así como paquetes de soluciones para clientes potenciales. Ejemplos de mecanismos son:
    - Empleo de Empresas de Servicios Energéticos (ESEs) que puedan rehabilitar edificios privados y públicos de uno o varios municipios.

- Asistencia técnica a proyectos de eficiencia energética, como el proyecto ELENA que subvenciona la preparación de proyectos a través del BEI (Banco Europeo de Inversión) o PDA del Horizonte 20202 que ayuda a PYMES.
- Empleo de fundaciones estatales como el caso de KredEX (Estonia) que asesora sobre potenciales ahorros energéticos y subvenciona entre un 15 a 40% la rehabilitación en función de la reducción de energía, incluyendo aislamiento en la envolvente, mejora de las ventanas y sustitución de equipos de climatización.

2. Reducir el riesgo percibido por los inversores y sector privado en actuaciones de renovación que mejoren la eficiencia energética. La mejora de la eficiencia energética supone una buena inversión a largo plazo ya que se aumenta el valor del inmueble reduciendo el riesgo para el banco y se reduce la probabilidad de impago debido a la reducción de costes de la factura energética.
3. Emplear financiación pública para apalancar mayores inversiones en el sector privado. La UE ha aumentado los fondos públicos a eficiencia energética a través de los Fondos EIE (Estructurales y de Inversión Europeos). Ejemplos de experiencias en otros países son:

   - **Francia**: desde el año 2009 se facilita un eco-préstamo a cero por ciento de interés para rehabilitación energética con un límite de 30.000 € para viviendas unifamiliares y 10.000€ para plurifamiliares. Se cubren los costes de las auditorías, la rehabilitación la realiza un profesional cualificado y aprobado y deben alcanzarse un nivel de eficiencia. Este programa lo ofrecen 20 oficinas bancarias por un periodo de 15 años. Por cada € invertido por la administración se estimulan 12€ de inversión privada [7].
   - **Holanda**: desde 1995 se invierten 800 millones € anualmente en proyectos sostenibles. Las entidades financieras emiten un certificado verde financiando a aquellos proyectos que cumplen unos requisitos a un tipo de interés reducido. Por cada € invertido por la administración se estimulan 80€ de inversión privada [5].

4. Orientar las inversiones hacia los edificios públicos con uso eficiente de energía: El BEI y Eurostat han publicado una guía estadística sobre los contratos de eficiencia energética en edificios públicos para facilitar una visión sobre los impactos potenciales en las finanzas públicas. Un ejemplo de renovación de edificios públicos:

   - **Reino Unido**: RE:FIT. Desde el año 2009 está en vigor en Londres un programa que ha financiado la rehabilitación de 550 edificios a través de empresas de servicios energéticos. La inversión es superior a los 100 millones de libras esterlinas y la reducción anual de emisiones es de 35.000 tn CO_2 y unos ahorros al sector público de 8 millones de £ al año.

5. Desarrollar herramientas de asesoramiento accesible y transparente. La European Investment Advisory Hub [8] ha desarrollado una herramienta que proporciona acceso a varios tipos de asesoramiento y servicios de asistencia técnica para elaborar y desarrollar proyectos de inversión en toda la UE. Existe un proyecto bajo el Horizonte 2020 llamado INNOVATE (www.finacingbuildingrenovation.eu) que desarrolla paquetes de medidas de rehabilitación profundas a propietarios de edificios.

CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS Y PASAPORTES DE RENOVACIÓN DE EDIFICIOS

Los Certificados de Eficiencia Energética (CEE) se han implantado en España en el año 2013, si bien en otros países europeos existen desde el año 2005. Los artículos 10 y 19 de la nueva Directiva exigen a los gobiernos que mejoren el asesoramiento y apoyo de los CEE a inquilinos y propietarios de edificios. También se solicita que mejoren las bases de datos de los CEE que permitirán la recopilación de datos de consumo de energía. Ejemplos de ello se muestran a continuación: En Portugal la agencia portuguesa de la energía (ADENE) ha desarrollado una base de datos pública que cuenta con 1,3 millones de CEE. En Bélgica se ha revisado el CEE en enero de 2019 para incluir en el certificado propuestas de mejora de la eficiencia energética (EPC+ in Flandes). En Irlanda han desarrollado una base de datos de CEE empleando una herramienta web cartográfica [9], en la figura 2 se muestra un extracto.

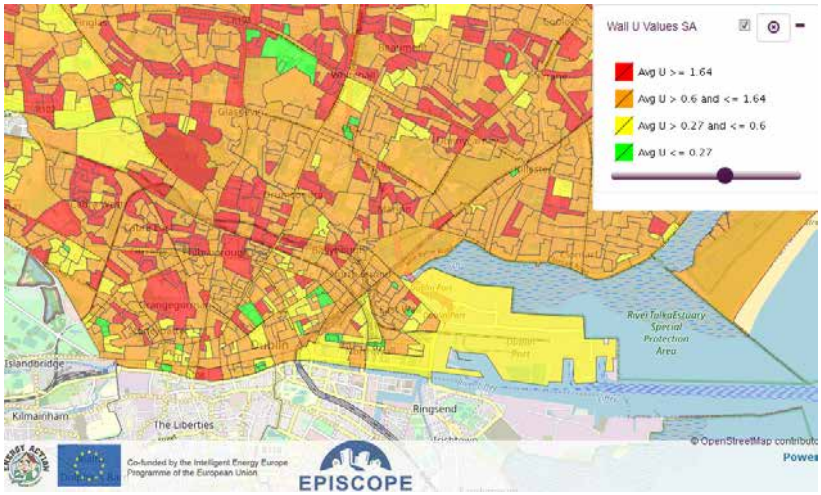


Figura 2. Extracto de un mapa con datos de edificios de la ciudad de Dubín. Fuente: EPISCOPE.

La Comisión está finalizando un estudio de viabilidad que permita introducir un pasaporte voluntario de renovación de edificios que sea complementario al CEE y proporcione una hoja de ruta a largo plazo y por etapas para la renovación de edificios concretos, basado en criterios de calidad, tras realizar una auditoría energética que proponga medidas de mejora de la eficiencia energética. Experiencias realizadas en Alemania, Francia y Bélgica (proyecto iBRoad), servirán para que la Comisión diseñe los pasaportes de renovación de edificios.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Para alcanzar los objetivos a 2050 de la UE de lograr un parque inmobiliario descarbonizado será necesario rehabilitar el 97% de todos los edificios de Europa y actualmente se renueva entre un 0,4- 1,2 % año de media en Europa. Este punto se agrava más en España ya que posee uno de los parques de viviendas con peores condiciones térmicas [10] (en la parte opaca y los cerramientos acristalados) comparado con el resto de países europeos y las tasas de rehabilitación son muy bajas, del orden del 0,1% del stock de viviendas (26.024 visados de obras de rehabilitación para viviendas en el año 2017).

En España la definición de EECN se fijó en la Orden FOM/588/2017, de 15 de junio: “Edificio de consumo de energía casi nulo (EECN): edificio que cumple con las exigencias reglamentarias establecidas para edificios de nueva construcción en las diferentes secciones del Documento Básico DB HE.” De acuerdo con esta definición, se asocia la misma a lo indicado en el Código Técnico de la Edificación (CTE), por tanto es necesario que se apruebe lo antes posible la revisión del DB- HE del CTE y se actualice la definición a valores más ambiciosos y exigentes.

En vista de estos hechos se pueden plantear infinidad de preguntas: ¿Se cumplirán los plazos fijados por la Comisión para trasponer la Directiva en España?, si las propuestas de rehabilitación que mejoran la eficiencia energética son rentables para todos, ¿Por qué no aumenta el número de rehabilitaciones?, ¿Cuáles son las barreras?, ¿Por qué no existe una política continua de largo plazo y común en todo el territorio?, ¿Cuál es la percepción del ciudadano respecto a las ayudas públicas?, ¿Son los certificados de eficiencia energética una herramienta útil para que los ciudadanos conozcan el estado energético de sus viviendas y faciliten la rehabilitación sus viviendas?, ¿Por qué las agencias inmobiliarias siguen publicitando viviendas para alquiler y venta sin que estas dispongan de los Certificados de eficiencia energética?.

A continuación, se enumeran unas propuestas que fomenten la cultura de rehabilitación en España:

- Realizar campañas de sensibilización, información y concienciación al ciudadano de forma continua.
- Programas a largo plazo (más de 10 años) de líneas de ayudas y financiación en obras de rehabilitación energética para que contemplen al menos:
  - una mínima burocracia
  - una ventanilla única para solicitar ayudas estatales, autonómicas y municipales

- un técnico, certificador o empresa de rehabilitación que se responsabilice de los ahorros energéticos antes y después de la actuación para facilitar la financiación
- publicitar los casos de éxito, empezando por edificios de las Administraciones Públicas
- unas ayudas continuas, sin carácter incentivador para que, en caso de finalizar los fondos en un año concreto, se permita acceder a la ayuda en campañas posteriores

Las experiencias mencionadas en países europeos confirman el éxito de programas de ayuda a largo plazo para renovaciones de edificios, de esta forma se acelerará la toma de decisiones de los ciudadanos y comunidades de propietarios. No se pueden aprobar, modificar o eliminar líneas de ayudas cada vez que se produce un cambio de partido político en las administraciones locales, autonómicas o nacionales. La ERLP española deberá involucrar a todos los partidos proponiendo un pacto de estado. Además, estas ayudas son de las pocas cuyos retornos son evidentes, atractivos y rentables para la Administración, el país y los ciudadanos.

Esto permitirá que a largo plazo se cree una conciencia en los ciudadanos y hábito de invertir en mejorar su vivienda de forma continua y natural para que en un futuro se haga sin necesidad de ayudas o incentivos.

Por lo tanto, es esencial que técnicos, actores de la construcción y los propietarios sean conscientes de los retos asociados a la renovación de los edificios hacia un ECCN y se implementen soluciones técnicamente adecuadas.

REFERENCIAS

[1] Directiva (UE) 2018/844 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios y la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética.

[2] Recomendación (UE) 2019/786 de la Comisión, de 8 de mayo de 2019, relativa a la renovación de edificios.

[3] Proyecto Piloto 6424/14/MOVE. Comunicación información artículo 9 de la Directiva 2010/31/UE. Eficiencia Energética de Edificios. Noviembre 2014. Secretaría General Técnica. Ministerio de Fomento. Gobierno de España.

[4] A guide to implement the Energy Performance of Buildings Directive (2018/844). Buildings Performance Institute Europe (BPIE), http://bpie.eu/publication/a-guide-to-implementing-the-energy-performance-of-buildings-directive/ (Julio 2019).

[5] C. Economics, “Multiple benefits of investing in energy efficient renovation of buildings: Impact on Public Finances,” no. October, pp. 1–80, 2012. Buildings Performance Institute Europe (BPIE), “Attracting investment in building renovation,” p. 4, 2017.

[6] Energy Efficiency Financial Institutions Group (EEFIG), “EEFIG underwriting toolkit Value and risk appraisal for energy efficiency financing”, no. June. 2017.

[7] Buildings Performance Institute Europe (BPIE), “Attracting investment in building renovation,” p. 4, 2017.

[8] The European Investment Advisory Hub (EIAH or the Hub). Eiah.eib.org.

[9] EPISCOPE, http://energyaction-static.s3-website-eu-west-1.amazonaws.com/index.html (Julio de 2019)

[10] Project ENTRANZE (Policies to Enforce the Transition to nearly Zero-Energy Buildings in the EU-27).

GESTIÓN DE UN PROYECTO EECN: RETOS Y CLAVES DEL CENTRO INTEGRAL DEL TRANSPORTE DE METRO DE MADRID

Victorino Arranz Basagoiti, Responsable Servicio de Patrimonio, Metro de Madrid
María Luz de Baldasano Valdés, Servicio de Patrimonio, Metro de Madrid

Resumen: Metro de Madrid S.A., asume el reto de abordar una iniciativa, en la que se agruparán diversos centros de control del transporte, en la parcela donde se encontraban las Cocheras de Plaza de Castilla. El enunciado del proyecto nace con una clara vocación de integración urbana, ya que la topografía de la parcela se convierte en el principal reto para asegurar la permeabilidad e integración con la trama urbana. Así mismo, el creciente compromiso de nuestra Compañía, de las Administraciones Públicas, y de la sociedad en general, con las cuestiones ambientales, nos da pie para "aflorar" al espacio sobre rasante y aplicar medidas de sostenibilidad, que llevamos años implementando de forma paulatina a la infraestructura que gestionamos, con la voluntad de tratar el proyecto, desde los pliegos hasta su finalización, con las herramientas necesarias para poner a disposición de los futuros usuarios, un conjunto de edificios de energía casi nula.

Palabras clave: Integración, Renovación, Sostenibilidad, EECN, Metro de Madrid

INTRODUCCIÓN

Cuando Metro de Madrid decide acometer este proyecto, en el año 2013, apuesta desde el principio por la sostenibilidad y la eficiencia energética. Desde entonces, el proyecto se ha desarrollado con las variaciones propias de este tipo de intervenciones, pero en ningún momento se cuestionó que se dejara de apostar por la eficiencia, en todas las facetas que se iban presentando.

Antecedentes

El alcance de este proyecto tiene un gran impacto, ya que tiene su origen en la decisión de aglutinar en un mismo enclave a muchos trabajadores que prestaban servicio en 8 edificios diferentes y dispersos en la ciudad de Madrid. He aquí el primer paso en la reducción del consumo de energía: la decisión estratégica de unificar a los trabajadores en un mismo punto de la ciudad.



Figura 1. Vista general del conjunto desde la calle San Aquilino; las edificaciones se ciñen al perímetro de la parcela, liberando un espacio central como plaza y lugar de encuentro. Las edificaciones resuelven el salto entre las calles que delimitan el solar, y la cota original del depósito que se mantiene con una clara voluntad de evocar el pasado ferroviario del recinto.

Además, se daba la circunstancia de que cada uno de los edificios tenía una situación concreta que justificaba la oportunidad de la operación: existía una imperiosa necesidad de rehabilitar la sede actual, otro de los edificios incurría en gastos de alquiler, existía dispersión entre los departamentos a nivel interno, etc.

Ya hubo un primer concurso para construir la Nueva Sede de Metro en el depósito de Canillejas. Los pliegos fueron exigentes en términos de eficiencia energética y certificaciones ambientales, a pesar de que apenas había precedentes en pliegos de estas características, y menos aún por parte de una Administración o Empresa Pública. El primer aprendizaje de este primer pliego fue que se concretaron poco los requisitos en eficiencia energética, con el objeto de dar libertad a los participantes en su propuesta, tanto en arquitectura como en instalaciones. Se observó que, en la mayoría de los casos (no todos), primero iba la arquitectura, y como añadido se dejaba la intención de que el edificio contaría con alguna de las certificaciones ambientales del mercado, sin entrar en mucho detalle.

Sin embargo, el devenir de los acontecimientos llevó a un nuevo cambio estratégico: la ubicación de la Nueva Sede y el alcance de la intervención. Metro volvió a convocar un concurso para la Nueva Sede en el depósito de Plaza de Castilla (más céntrico que Canillejas) y se incorporaron un aparcamiento, un espacio urbano central y otros tres edificios. Surgió, por tanto, la oportunidad de volver a ser más concreto y específico en lo que se solicitaba en los pliegos. Y esta vez se acertó más.

Contexto

¿Cómo empezamos? Superar el arranque fue un reto en sí mismo, debido a que:

- Metro de Madrid es una empresa dedicada al transporte ferroviario, con una escala de infraestructura mayoritariamente soterrada. La edificación se concibe como parte de la infraestructura, y ese enfoque marca una distancia con las realidades de la edificación.
- La última vez que se acometió un proyecto de nueva sede social fue hace 50 años y las necesidades eran muy diferentes; un cambio de sede no es algo que se acometa todos los días, hubo que incorporar perfiles técnicos específicos para ello.
- El Centro Integral del Transporte tiene una doble naturaleza: se trata de edificios, y a la vez, infraestructura. Esta dualidad añade más complejidad al proyecto, en tanto los requerimientos técnicos se multiplican y, en ocasiones, nos encontramos con intereses opuestos.

RETOS Y CLAVES

Si tuviéramos que destacar los puntos que, en esta experiencia, han resultado determinantes en la gestión del Centro Integral del Transporte como EECN, serían cuatro:

1. la redacción de los pliegos
2. identificar y dar forma a las necesidades
3. la coordinación de las licitaciones asociadas a la ejecución de este complejo
4. cómo se interiorizan las nuevas formas de usar el edificio, por parte de todos los agentes

Considerando que el control del presupuesto es algo inherente en todo proyecto.

Redacción de pliegos

Los pliegos, tanto en la parte administrativa como en la técnica, incluían que se debía dar cumplimiento a EECN. ¿Cómo? Aún no se sabía, era un camino que se estaba definiendo en la propia normativa, pero se especificaba que se tenía que dar cumplimiento según se fueran definiendo los edificios. Se optó por insistir, incluso repetir, los requisitos energéticos, tanto en el PCP como en el PPT por una razón: es muy habitual que, en los concursos o licitaciones, sean perfiles diferentes los que leen cada parte de los pliegos, dándose un perfil legal o contractual, otro perfil más arquitectónico, que es el que suele llevar el peso de la propuesta técnica, y un equipo de ingeniería. Los pliegos se redactaron de forma que todo iba de la mano.

En concreto, las **bases administrativas** del concurso, especificaban lo siguiente:

"En cuanto a la eficiencia energética y medioambiental, estrategias pasivas, se valorará el grado de definición y transmitancias de la envolvente térmica, sistemas de atemperamiento exterior de la envolvente, sistemas de atemperamiento interior del edificio, aportación de esquemas de soleamiento y sombras según estación, descripción gráfica y grado de alcance de iluminación natural prevista, medidas para asegurar el confort del ambiente interior, tratamiento de los espacios exteriores, elementos de movilidad sostenible (superar el mínimo de la norma en aparcamiento de bicis, recarga eléctrica, etc…), medidas de reducción del consuo de agua potable y previsión de la gestión de los residuos.

En cuanto a la eficiencia energética y medioambiental, estrategias activas e instalaciones propuestas, se valorará la descripción, ubicación y características técnicas del sistema de climatización o HVAC, y ACS, de los sistemas de iluminación, de telecomunicaciones, de seguridad, de fontanería, del saneamiento, del sistema de energía renovable, especificando a qué sistema de instalaciones complementa y del Sistema integral de gestión de las instalaciones. Se valorará la demanda y el consumo energético previstos para todas las instalaciones…".

Los pliegos técnicos solicitaban, por una parte, unos criterios arquitectónicos a aplicar que incluían, entre otros, lo siguiente:

"se busca una solución eficiente que integre la energía, los sistemas portantes, ls climatización, la luz natural, la orientación, la gestión del agua y del espacio. Primarán las estrategias de diseño en favor de un bajo aporte energético para su funcionamiento, buscando ante todo reducir la demanda de energía y de recursos naturales; también deberá de considerar la dirabilidad de la edificación y urbanización a lo largo de su vida útil.

En términos espaciales, el diseño del conjunto responderá a un equilibrio entre la funcionalidad y la obtención de espacios adaptados al confort de los usuarios que van a habitar la arquitectura. Los principios de optimización marcarán la propuesta, sin que ello vaya en detrimento de la calidad de la misma.

Debe proyectarse una oficina con flexibilidad de espacios. La configuración de los puestos de trabajo, despachos y dependencias, deben ser diseñados conel objetivo de que las distintas y posibles configuraciones de las zonas administrativas tengan la mínima incidencia a la hora de modificar las instalaciones de los edificios."

En cuanto a los criterios ambientales, los pliegos técnicos incorporaban dos apartados:

- Directamente incluía que "…se deberá hacer una propuesta que dé cumplimiento a la definición de EECN…"
- un anexo dedicado a la Directiva 2010/31/UE sobre EECN, destacando que en términos energéticos "adquiere una gran importancia la reducción de la demanda (edificios pasivos) y el aumento de la eficiencia en las instalaciones de las edificaciones, así como su relación e interacción con los espacios exteriores."

También señalaba dicho anexo, como puntos a tener en cuenta:

- Gestión y tramitación en Fases de Proyectos y Ejecución de las obras
  - En el Desarrollo de los proyectos técnicos, construcción, gestión y mantenimiento de la ejecución del complejo, todos los agentes implicados (promotor, arquitectos, constructora y usuarios) trabajarán conjuntamente para definir las soluciones más apropiadas.
  - Primar la calidad y la eficiencia a medio y largo plazo a un coste asequible, frente a las consideraciones económicas a corto plazo.
  - Minimizar los plazos de ejecución de las obras (…), se deberá invertir un mayor esfuerzo en la redacción del proyecto de ejecución deode se detallesn fases, planificación y orden de ejecución, reflejando los parámetros que dictan los diferentes oficios (…).
- Espacios exteriores y urbanización de las parcelas:
  - Fomentar el uso de microclimas, beneficiosos al usuario (…), estudiar el soleamiento, humedad y corrientes de aire en la parcela, así como la repercusión de la edificación en la misma. Fomentar los espacios exteriores con vegetación, soleados y protegidos del viento en invierno, y zonas de sombra atemperadas (con humedad y/o corrientes de aire agradables) en verano.
  - Evitar el efecto "isla de calor" en pavimentos exteriores, con suelos permeables con vegetación y empleo de tonos claros en la pavimentación no permeable.
- Envolvente térmica:
  - Tratamiento de fachadas que permita ventilación natural de espcios interiores en las condiciones de mayor eficiencia.
  - Composición constructiva de fachadas y cubiertas apropiadas par obtención de calificación A, con elección de materiales cuya inercia térmica favorezcan el comportamiento térmico del edificio, con aporte necesario de aislamiento térmico y acústico, evitando puentes térmicos en encuentros entre estructura y fachada y considerando los espacios en sombra proyectada y los expuestos a la radiación solar.
  - Tratamiento de cubiertas para evitar el efecto isla de calor, con empledo de vegetación y/o materiales con acabados en tonos claros.

  - Huecos en fachada adaptados a su orientación correspondiente y diseñados para aprovechamiento óptimo del aporte de luz natural, aporte solar pasivo en invierno y periodos de entretiempo, protección solar de los huecos orientados a sur, etc.
  - Carpinterias RPT y vidrios bajo emisivos
  - Consideración de la durabilidad, uso y mantenimiento a la hora de escoger materiales y sistemas constructivos.
- Funcionalidad, lenguaje e identidad de los espacios:
  - Considerar una zona preferente de salas, y dotar de instalaciones preparadas para ello, de cara a futuros cambios programáticos.
  - Puestos de trabajo con un clima saludable: sin frío ni calor, sin deslumbramiento, etc.
  - Zonas comunes y escaleras que fomenten los recorridos a pie frente al uso inmediato de ascensores.
- Otras consideraciones:
  - Ascensores con alta calificación energética.

La clave fue entrar al detalle, ya que los licitadores se aseguran de no incumplir lo solicitado, o al menos a Metro le daba derecho a solicitar alguna de estas cuestiones si no estaban contempladas en las propuestas.

Concretar necesidades

En esta ocasión, el carácter dual que tiene el proyecto entre edificación e infraestructura, obligaba a conjugar el mundo de la edificación (menos habitual en Metro que la red) con el del entorno ferroviario (gran desconocido, en general, para los arquitectos e ingenieros que se dedican a la edificación).

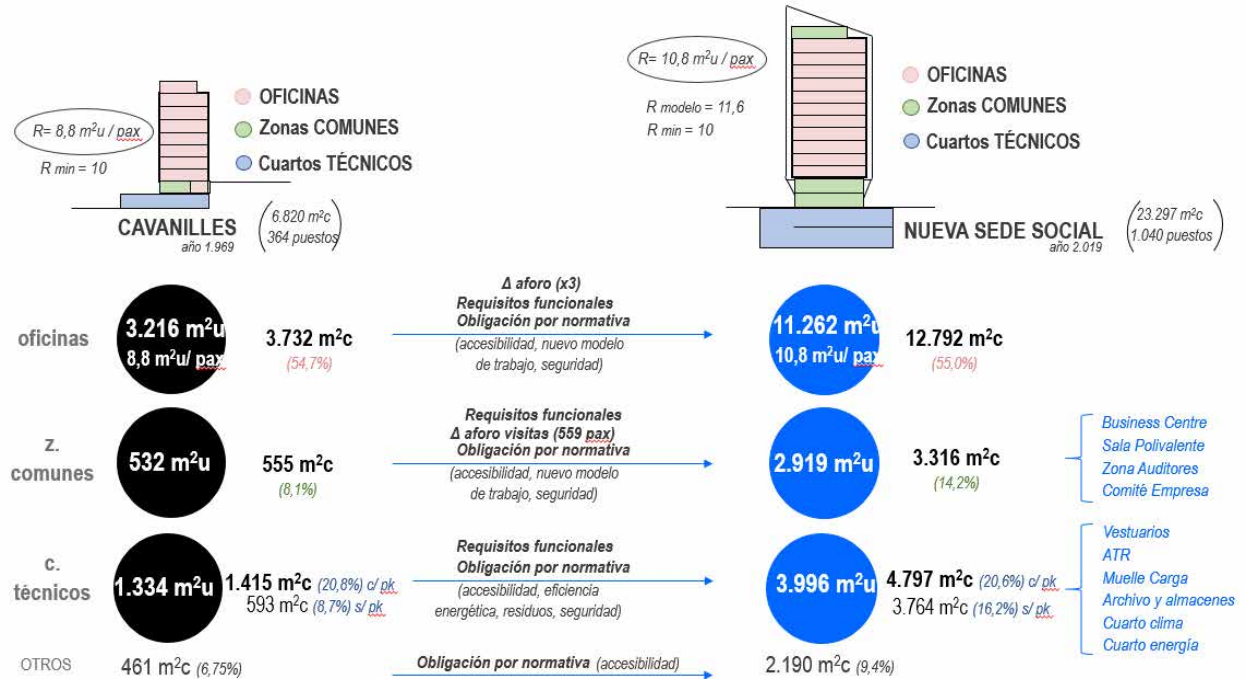


Figura 2. Esquema comparativo de las dos sedes, zonas superficies, trabajadores y ratios.

Internamente, para Metro fue un reto decidir qué quería y cómo lo quería. Cuando llevas tantos años haciendo lo mismo, en la misma oficina, mismo emplazamiento, etc., no conoces otra cosa, y te preguntan ¿qué quieres? Puedes llegar a estar muy perdido. Primero, porque necesitas saber el Benchmarking en el mundo de las oficinas, y segundo, porque en las necesidades de aporte de energía, requisitos de telecomunicaciones y seguridad, Metro debía afinar mucho para garantizar las redundancias que se piden en la red, a la vez que se es eficiente energéticamente. A continuación, se muestra la incidencia que tuvieron las nuevas necesidades en el nuevo edificio, si se comparan las superficies destinadas a uso de oficina, zonas comunes y zonas técnicas en proporción, en la sede actual y en la nueva. Hay un incremento notable en la superficie destinada a zonas comunes y zonas técnicas.

La clave es una buena coordinación interna entre los distintos departamentos, con interlocutores proactivos, con ganas de aprender y adaptar soluciones nuevas. Deben introducir en su día a día este proyecto como uno más de los que se están desarrollando, incluyendo en sus rutinas un proyecto extraordinario.

Licitaciones

La coordinación en la licitación de las obras del complejo es crucial para garantizar la coherencia en los requisitos que se piden, aunque más allá de la coherencia que debe estar presente en cualquier proyecto (en el que se agrupan cuestiones de naturalezas variadas), debemos hacer mención a la coherencia "temporal". En las administraciones, la gestión de las iniciativas supone manejar períodos de tiempo muy dilatados, en las solicitudes de contratación y posteriores licitaciones, y se hace imprescindible realizar un cronograma o previsión de las acciones que hay que acometer en cada proyecto, debidamente sincronizadas y con la antelación previa (meses e incluso años) suficiente para que los trabajos tengan la continuidad necesaria.

Así mismo, en el aspecto documental, hay que redactar con el mayor detalle los PPT de las licitaciones, especialmente los documentos jurídicos con incidencia contractual, como son los Pliegos de Condiciones. Asimismo, conviene garantizar un buen control de calidad y una correcta puesta en marcha de las instalaciones, abarcando el comienzo de la vida útil del edificio, la calibración de las mismas una vez pasado un ciclo de un año, y los años posteriores. Se puede tener un edificio preparado para EECN, que, si no se usa correctamente, puede consumir mucho más de lo esperado. Esto hay que preverlo en las licitaciones.

Nuevas formas de uso del edificio

Las nuevas formas que conlleva el uso de un EECN, en los hábitos de uso de los usuarios, en el mantenimiento, en la gestión de los espacios e incluso la incidencia en los horarios y zonificación restringida cuando hay poco personal, merecen especial atención.

Un ejemplo es la decisión estratégica en el modelo de trabajo que tomó Metro, sobre tener "puesto flexible", que no es más que dejar el puesto de trabajo libre y despejado para que lo pueda utilizar otra persona fuera del horario de uso habitual por un empleado. El puesto puede ser asignado, pero cuando uno termina su jornada laboral, o no está ese día en la oficina, ese puesto queda libre. Es como una biblioteca o el autobús: las personas que lo utilizan constantemente tienden a ocupar el mismo sitio, pero una vez no lo están usando, se libera. Este gesto permite reubicar a empleados cuando hay pocos, por ejemplo, en horario no habitual (en el caso de Metro, por las tardes) o en temporadas de vacaciones. Se inhabilitarían "X" plantas de oficinas, que dejan de consumir en iluminación y climatización. Esa mejora supone, en los estudios previstos, un ahorro en el consumo.

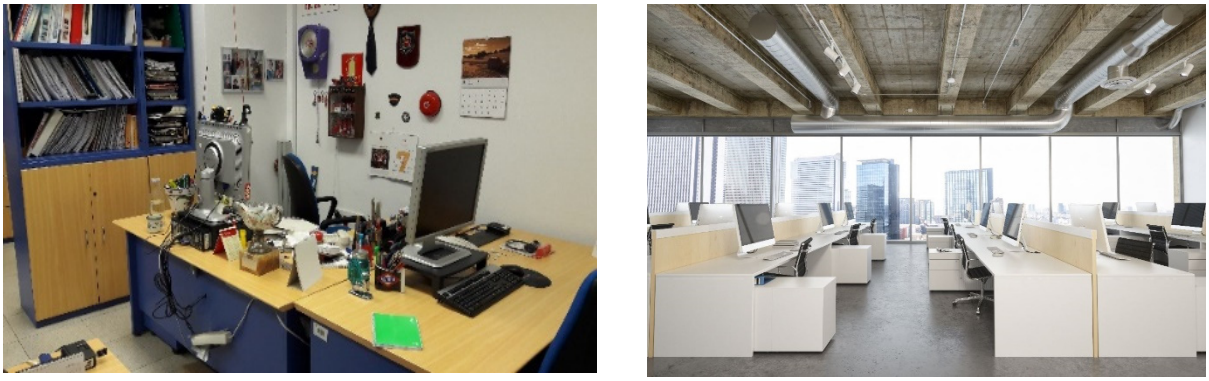


Figura 3. Puestos de trabajo de la actual sede, e imagen del que se podrá implantar según el modelo de nuevas formas de trabajo (imagen de Getty); puesto flexible, papel cero, espacios abiertos y de colaboración, etc.

La clave está en vencer la resistencia al cambio de los usuarios, para lo cual hay que implicarles en el proyecto, ilusionarles, informarles de las motivaciones que llevan a tomar decisiones de cambio y formarles en cómo hay que usar esos espacios.

CONCLUSIONES

Como conclusión principal, se puede ver que, además de la parte técnica, ampliamente superada en nuestro país gracias al grado de profesionalidad y excelencia de los agentes de la edificación que componen el mercado, la parte "humana", de gestión y coordinación de proyectos, toma de decisiones, cómo se comunica, cómo se gestiona el cambio en las organizaciones, es crucial para superar las barreras que plantea un proyecto EECN.

La voluntad estratégica de conseguir alcanzar estos objetivos energéticos es determinante.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el interés, actitud de colaboración, y gran trabajo aportados por nuestros compañeros de Metro en una iniciativa que les ha obligado a "cambiar el chip" de su día a día, y participar en un proyecto tan transversal como único; nuestra empresa se dedica a los trenes y a la infraestructura, y durante todo este tiempo hemos hablado con ellos, además de instalaciones, de arquitectura, urbanismo, sostenibilidad e interiorismo. A Jardín 1, autores de una propuesta que nos ilusiona. También a las Administraciones a las que hemos acudido, por el entusiasmo mostrado en esta fase inicial de redacción y elaboración de documentos, en las que su ayuda y apoyo ha sido un impluso de energía. Y a la Comunidad de Madrid y la Consejería de Transportes, Vivienda e Infraestructura, por su apoyo y su impulso.

REFERENCIAS

- Directiva 2010/31/UE.
- Pequeño manual del edificio sostenible, de Francoise-Helene Jourdá. Editorial GG.
- Un Vitrubio ecológico, principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible, de Carlos Hernández Pezzi. Editorial GG.

EL BOSCO - ACTO III: "MATERIALES QUE CAMBIAN NUESTRO FUTURO"

Mónica Liñán Mínguez, Prescriptora, Saint-Gobain ISOVER
Mara Macarrón Juárez, Responsable Prescripción, Saint-Gobain ISOVER

Resumen: A través de la famosa obra del Bosco "*El jardín de las Delicias*", se representa la creación del mundo perfecto antes y después del paso del hombre y el resultado de cada uno de nuestros impactos: "*Un falso paraíso en el que la humanidad ya ha sucumbido en pleno al pecado".* Desde el punto de vista arquitectónico, la concepción de diseñar ha cambiado mucho en las últimas décadas. La industria de la construcción es un indicador del desarrollo económico y la prueba evidente de su evolución y a su vez el principal responsable de los impactos medioambientales que se producen en nuestro planeta. La combinación de la experiencia y el desarrollo de materiales, ha dado lugar a nuevas técnicas de construcción que permiten alcanzar objetivos que a priori pudieran parecer ambiciosos a convertirse en una necesidad real en la arquitectura contemporánea: El camino hacia los EECN. Estamos viviendo esta etapa, y nada detiene la evolución de nuevas soluciones, pero ¿tenemos las técnicas y los materiales para pintar nuestra propia "*obra del mundo*"?

Palabras clave: Futuro**,** Materiales, Aislamiento, Diseño, Edificio Sostenible, Eficiencia Energética, Lanas Minerales, Compromiso, Certificación Ambiental, ACV - DAP

INTRODUCCIÓN

El "Jardín de las Delicias" es la obra más emblemática y enigmática de El Bosco. Tratándose de un tríptico pintado al óleo sobre madera en el SXVI. Cuando permanece cerrado, contemplamos dos paneles en los que se representa el tercer día de la creación. Al abrirlo, los tres paneles interiores representan el paraíso (ACTO I), la vida terrenal (el jardín de las delicias) (ACTO II) y el infierno (ACTO III); una metáfora del proceso de la creación, en la que el Bosco nos introduce en una mirada cómplice hacia la evolución natural y moral del mundo.



Figura 1. Tríptico El jardín de las Delicias.

Su manera de representar estos temas fue objeto de toda clase de controversias... y nos podríamos preguntar: ¿Qué misterios se ocultan detrás de esta obra? ¿Es este el futuro que buscamos? ¿Pudo el Bosco ya en el sigo XVI augurar el comportamiento del ser humano y sus consecuencias? ¿Cómo podemos aumentar la concienciación de la humanidad? ¿Qué papel juegan los materiales en "nuestro" mundo?

Todas estas preguntas pueden ser respondidas a través del artículo que presentamos. A través de este símil, se reflejan las similitudes que se podían "prever" como indica el Bosco en su pieza de arte, sobre el "caos que lo forma quizás la humanidad que lo formamos", frente a las necesidades del mundo actual y futuro, después del paso del hombre, su comportamiento y de cada una de sus acciones.

Si lo trasladamos al punto de vista arquitectónico, entender como usuarios de un edificio, cuál es nuestro impacto particular al medio ambiente y la influencia de decisiones como elegir el aislamiento de nuestra casa, puede traducirse en un cambio de paradigma actual.

El sector de la edificación posee un gran potencial de ahorro energético pudiendo contribuir de manera muy significativa en la protección medioambiental, en el confort y bienestar diario.

En menos de 40 años, la población mundial crecerá de 7.200 millones a 9.600 millones de habitantes. Este crecimiento se producirá casi exclusivamente en núcleos urbanos, de manera que en el año 2050 la población urbana superará a la que había en todo el planeta a principios de este siglo. Esta población creciente demandará nuevas viviendas y edificios no residenciales. Pasaremos de 1.900 millones de hogares en 2010 a cerca de 3.200 millones en 2050. Para

crear y mantener toda esta habitabilidad, las necesidades de recursos del sector de la edificación crecerán de forma dramática.

Satisfacer las necesidades de la nueva población nos obligará a una transformación profunda de este sector acompañada de un cambio global en todo nuestro sistema productivo, aplicando principalmente dos estrategias: eficiencia energética, que debe convertirse en una prioridad en el camino hacia el nuevo modelo, y un cambio en nuestras fuentes de energía, descarbonatar nuestro suministro actual, reduciendo el consumo de combustibles fósiles y favoreciendo el uso de renovables: en 2050 deben representar al menos un 50% de nuestro suministro.

La demanda de edificios sostenibles ha aumentado significativamente en los últimos 10 años y se duplicará en los próximos años debido a las anteriores razones, por ello, la importancia de los materiales en el diseño de los edificios.

Los materiales de la construcción deben resolver los desafíos de los tres pilares de la sostenibilidad: social, económico y medioambiental a lo largo de todo su ciclo de vida. Es primordial, crear soluciones sostenibles e innovadoras que se adapten y se actualicen de forma continua, para satisfacer las necesidades del mercado más exigente.

LA OBRA

ACTO I: El camino hacia EECN

El *Acto I* representa el "*Paraíso terrenal*". Todos somos partícipes de nuestro Planeta y de todos es la misión y compromiso de protegerlo e iniciar las medidas necesarias para cumplir nuestro objetivo.

La eficiencia energética, el confort de las personas, la seguridad y la sostenibilidad son temas prioritarios en nuestro día a día. La disponibilidad de recursos naturales de nuestro planeta es limitada, lo que unido a la creciente demanda de energía a nivel mundial, hace que sean necesarios mecanismos para asegurar un mayor grado de eficiencia energética y un uso más sostenible de los recursos naturales. Casi toda la energía que se consume a nivel mundial, procede de fuentes no renovables.

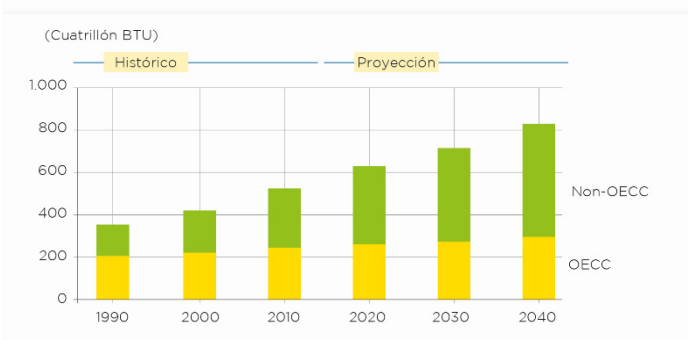


Figura 2. Consumo energético mundial por tipo de país. Fuente OCDE/IEA).

La eficiencia energética no es solo una oportunidad global, sino que representa también una oportunidad individual. Uno de los grandes retos del sector de la construcción en todos los países europeos será cumplir los objetivos que la Directiva de Eficiencia Energética de Edificios (2010/31/EC) señalaba para la implantación en 2020 de los llamados Edificios de Energía de Consumo Casi Nula (EECN), denominados nZEB (Nearly Zero Energy Buildings), como solución para reducir la demanda energética y emisiones de CO2 en el sector de la construcción.

En este proceso, todos, en especial los prescriptores tendrán un papel importante, ya que la transición hacia un parque de edificios de consumo casi nulo depende en gran medida de la consideración de los aspectos pasivos y de diseño tanto en los edificios nuevos como en los existentes, considerando las exigencias de los documentos básicos del CTE DB HE y HS asociados a la definición de EECN, un avance hacia la consecución de soluciones energéticamente eficientes.

La demanda de energía aumenta constantemente ya que el sector de la construcción está en continua expansión y de ahí las nuevas medidas para minimizar los efectos del calentamiento global. Con la llegada y la definición de los Edificios de Energía Consumo Casi Nula, se ha comenzado un camino muy importante hacia el compromiso de la sostenibilidad y medio ambiente.

Un edificio diseñado, construido o rehabilitado de forma sostenible contribuirá en cada una de las etapas de su ciclo de vida en la mejora del confort y bienestar, minimizará el consumo de recursos naturales, incluida la energía, reducirá el impacto ambiental y mejorará la viabilidad financiera del proyecto.

"El futuro no está escrito ni siquiera pintado. El futuro está en nuestras decisiones y en los recursos de los que disponemos" Por lo tanto, ¿Tenemos las técnicas y los materiales para diseñar Edificios Sostenibles?

ACTO II: La importancia en la elección de los materiales sostenibles

A lo largo de los años, los materiales han sido fundamentales en la evolución humana. Ya sea con la aparición de estos o las técnicas empleadas para su aprovechamiento.

Desde la prehistoria, el hallazgo y uso de los materiales ha marcado hitos en la historia dándoles nombre desde la Edad de Piedra, Edad del Cobre, Edad del Bronce y la Edad del Hierro. En la arquitectura, el uso de los materiales en la construcción es uno de los indicadores de evolución y economía del país, e independientemente de cuáles sean, su finalidad ha perdurado en el tiempo: satisfacer las necesidades habitacionales de los ocupantes del edificio.

En un contexto más actual, los usuarios demandan "hogares sostenibles", tal y como podemos traducir de la creciente demanda de edificios con certificaciones medioambientales como son BREEAM, LEED, VERDE.

Los edificios son los responsables principales del mayor consumo energético del planeta, resulta fundamental tomar medidas pasivas para la limitación de su consumo energético, aproximándolo al objetivo de consumo casi nulo del que deben de partir, y poder denominar la "*Edad*" en la que vivimos siendo la "*Edad Cero*".

Por tanto, además de factores esenciales como es el diseño de un edificio, también lo es la elección de los materiales que conforman los sistemas constructivos, no solamente por el aislamiento térmico que proporcionan al conjunto del edificio; sino también por el impacto medioambiental que producen desde la "cuna a la tumba". La cuantificación del impacto analizado a través de los indicadores establecidos durante el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) de un material, permite a los usuarios que a través de la información tomen el poder de decisión sobre la elección de los materiales para poder reducir la deuda que se está generando al planeta.

Existen numerosos materiales que pueden emplearse como soluciones de aislamiento en la construcción de los edificios. En la Tabla I, se presenta una muestra de algunos de ellos según su origen y valor de conductividad aproximada, expresada en (W/m·K):

Origen sintético orgánico λ Unidades (W/mk)	Origen inorgánico λ Unidades (W/mk)	Origen natural orgánico λ Unidades (W/mk)
Poliestireno expandido 0,037	*Lana de vidrio 0,032*	*Corcho negro 0,040*
Poliestireno extruido 0,032	*Lana de roca 0,034*	*Corcho natural 0,045*
Poliuretano 0,028	*Vidrio celular 0,048*	*Fibra de madera 0,036*
Espuma fenólica 0,021	*Arcilla expandida 0,080*	*Fibra de cáñamo 0,039*
Espuma de polietileno 0,035	*Vermiculita 0,050*	*Fibra de lino 0,039*
Espuma de polipropileno 0,032	*Perlita 0,035*	*Pasta de celulosa 0,038*
Espuma de melanina 0,035	*Hormigón Celular 0,090*	*Lana de oveja 0,040*
Espuma de polisocianurato 0,022	*Aerogel 0,013*	
Policarbonato celular 0,021		

Tabla I. Conductividades térmicas de aislamientos en construcción. Fuente: Matweb.

Decidir cuál es el mejor material para nuestro planeta está en el equilibrio, y esto engloba no solo la medición de impacto medioambiental de cada producto, sino también que sean viables social y económicamente con los recursos que están a nuestro alcance. Será aquel, que esté desarrollado para aplicarse con las técnicas más eficientes para conformar los sistemas constructivos y satisfará requisitos de seguridad como la protección frente al fuego e incluso garantizar en los sistemas confort térmico y acústico. Por ello, se analizarán los materiales lana de vidrio y lana de roca como aquellos que aúnan un equilibrio de las prestaciones que se han definido.

Haciendo referencia al *Acto II "El jardín de las delicias",* se puede ver la coexistencia del hombre y los animales con el entorno. "*Un lugar cargado del intoxicado ambiente de la perfecta libertad*", como describe Peter S. Beagle. Ahí, es cuando el poder de la información nos permite tomar decisiones consecuentes con el planeta, y en este caso, escoger materiales que cambien nuestro futuro, aquel que augura El Bosco en el Acto III.

Podemos ver como con materiales que están implantados en nuestra sociedad y en constante innovación, como son las lanas minerales, presentan un conjunto de prestaciones basados en los tres pilares fundamentales de la sostenibilidad, que aportan al diseño de edificios ecosostenibles.

Metodologías como es, en este caso, el Análisis del Ciclo de Vida (ACV), proporciona una información clara y útil sobre su impacto al medio ambiente en la elaboración de la Declaración Ambiental de Producto (DAP), pudiéndolo escalar a nivel global en la construcción de un edificio mediante el eco-diseño: la declaración ambiental de nuestro edificio.

ACTO III: Análisis de la contribución de las lanas minerales en las certificaciones ambientales

Los procesos de certificación que se afianzan en el mercado consolidan un cambio de paradigma, y de esta forma transformar el ineludible futuro que se representa en el *Acto III*, donde reina el caos y se manifiestan las consecuencias de la actividad humana. A través de esta metodología y nuestro compromiso con los EECN, podemos comenzar a pintar nuestra "propia obra del mundo".

A continuación, se han analizado tres de las certificaciones ambientales más comunes en España y donde se muestra cómo la parte que corresponde a la elección de los materiales que conforman la construcción, son fundamentales para la consecución de la certificación final. En este caso se han tomado los datos de contribución del aislamiento con lana mineral (lana de vidrio y lana de roca).

Caso 1. Certificación LEED – Nueva Construcción

En general, la metodología de todos los sistemas de evaluación LEED es la misma: se establecen varias categorías, dentro de cada categoría se incluye una serie de requisitos de cumplimiento obligatorio y créditos de cumplimiento voluntario. La justificación de dichos créditos otorga una serie de puntos, en función de los cuales se obtiene el nivel de la certificación: *"Certificado"* 40-49 puntos, *"Plata"* 50-59 puntos, *"Oro"* 60-79 puntos y *"Platino"* >80 puntos.

El uso de las soluciones de aislamiento y productos de lanas minerales contribuye en más de 10 créditos, pudiendo optar a la obtención de hasta 42 puntos en el proyecto LEED BD+C: Nueva Construcción.

	Categorías	Créditos	Puntos posibles (Nueva Construcción)
	Proceso integrador (PI)	PI: Proceso integrador	1
	Energía y atmósfera (EyA)	EyA: Optimización de la eficiencia energética	18
	Materiales y recursos (MR)	MR: Reducción del impacto del ciclo de vida del edificio	3
		MR: Revelación y optimización de los productos del edificio: declaraciones ambientales de producto	2
		MR: Revelación y optimización de los productos del edificio: Fuentes de materias primas	2
		MR: Revelación y optimización de los productos del edificio: Componentes de los materiales	2
		MR: Gestión de residuos de construcción y demolición	2
	Calidad ambiental interior (CAI)	CAI: Materiales de baja emisión	3
		CAI: Evaluación de la calidad del aire interior	2
		CAI: Confort térmico	1
		CAI: Eficiencia acústica	1
	Innovación (IN)	IN: Innovación	5
		TOTAL	42

Tabla II. Categorías LEED con contribución lanas minerales ISOVER.

Caso 2. Certificación BREEAM – Nueva Construcción

Los proyectos BREEAM pueden alcanzar un total de 135 puntos. El número mínimo de puntos para obtener la certificación BREEAM es de 30 siendo posible lograr niveles más altos de cumplimiento los cuales conducen a diferentes clasificaciones, como: *"Sin Clasificar"* <30 puntos, *"Correcto"* ≥30 puntos, *"Bueno"* ≥45 puntos, *"Muy Bueno"* ≥ 55 puntos, *"Excelente"* ≥70 puntos y *"Excepcional"* ≥85 puntos.

A continuación, se analizan los puntos que pueden obtenerse mediante la contribución de lanas minerales, hasta un total de 43 puntos.

	Categorías	Créditos	Puntos posibles (Nueva Construcción)
	Gestión (GST)	GST 3: Impactos de las zonas de obras	1
	Salud y bienestar (SyB)	SyB 2: Calidad del aire interior	4
		SyB 3: Confort térmico	2
		SyB 5: Eficiencia acústica	2
	Energía (ENE)	ENE 1: Eficiencia energetica	15
	Materiales (MAT)	MAT 1: Impactos del ciclo de vida	6
		MAT 3: Aprovisionamiento responsable de materiales	3
		MAT 4: Aislamiento	1
	Residuos (RSD)	RSD 1: Gestión de residuos de construcción	3
	Contaminación (CONT)	CONT 5: Atenuación de ruidos	1
	Innovación	Innovación	10
		TOTAL	43

Tabla III. Categorías BREEAM con contribución lanas minerales ISOVER.

Caso 3. Certificación VERDE – Verde Residencial

Los proyectos con la certificación VERDE pueden alcanzar un total del 100% de los puntos aplicables. El mínimo para obtener la certificación VERDE es del 30% de los puntos, siendo posible lograr diferentes clasificaciones en niveles más altos de cumplimiento: *"0 hojas"* <30 puntos, *"1 hoja"* >30-40 puntos, *"2 hojas"* >40-50 puntos, *"3 hojas"* >50-60 puntos, *"4 hojas"* >60-80 puntos, *"5 hojas"* >80-100 puntos.

El uso de lanas minerales puede contribuir en 11 criterios y conseguir hasta un 36,03% de la puntuación total del proyecto de certificación VERDE (Nueva edificación, Rehabilitación, Edificios Existentes).

	Categorías	Créditos	% Puntuación posible (VERDE RES - Nueva Edificación)
	Energía y atmósfera (EyA)	EyA 01: Demanda de calefacción y refrigeración	6,89
		EyA 02: Consumo de energía primaria no renovable	4,07
		EyA 03: Emisiones de CO_2	3,13
	Recursos naturales (RN)	RN 05: Uso de materiales reciclados	1,57
		RN 06: Uso de materiales obtenidos de recursos sostenibles	1,25
		RN 07: Uso de materiales locales	2,51
		RN 08: Planificación de una estrategia de demolición selectiva	1,57
		RN 09: Gestión de los residuos de la construcción	1,25
		RN 10: Impacto de los materiales de construcción	6,89
		RN 11: Ecoetiquetado del producto	2,51
	Calidad de ambiente interior (CAI)	CAI 04: Protección frente al ruido	4,39
		TOTAL	36,03

Tabla IV. VERDE con contribución lanas minerales ISOVER.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Como se observa en la información mostrada en las Tablas I, II y III, la elección de la lana mineral como material de aislamiento en la construcción del edificio tiene un peso tan importante que, en el total de puntos posibles a obtener, suman en cada caso valores por encima de los mínimos totales requeridos por cada proceso. De esta forma, combinándolo con el resto de categorías, se contribuye a conseguir la excelencia en cada uno de los sistemas de evaluación ambiental.

El objetivo de este análisis es incorporar al diseño el uso de materiales, técnicas y medidas que permitan a la edificación colaborar en la conservación del medio ambiente, calcular el impacto de la construcción tanto si es una dimensión ecológica como social y económica a lo largo de su ciclo de vida y, permitir la traducción de elementos cualitativos en cuantitativos para que la evaluación se convierta en medidas que puedan aplicarse. Esos serán los materiales que cambien nuestro futuro.

Nuestra acción individual y la familiarización con los conceptos que afectan a nuestro planeta es indispensable, ya sea conociendo el impacto de nuestro consumo y favoreciendo a que sea más sostenible a través de nuestras decisiones diarias.

Cuando se cierra el cuadro de "El Jardín de las Delicias" (Fig.3), se representa una visión global de nuestro planeta y su inherente fragilidad por la fina capa que lo envuelve. Tener el control de nuestras propias acciones es fundamental para mantener el equilibrio. ¿Hasta qué punto estamos comprometidos?



Figura 3. El jardín de las Delicias.

"La arquitectura moderna no significa el uso de nuevos materiales, sino utilizar los materiales existentes en una forma más humana" (Alvar Aalto).

REFERENCIAS

- Bjorn Berge, 2000, The Ecology of Building Materials
- Fisher Stevens&Leonardo Dicaprio, 2016, Documental Before the flood - National Geografic
- https://www.museodelprado.es/recurso/jardin-de-las-delicias-el-el-bosco/
- Saint-Gobain Isover, 2018, Manual de Certificaciones Ambientales LEED, BREEAM, VERDE y WELL.

RESIDENCIAL MINERVA (ZARAGOZA), COMPARATIVA ENTRE DOS FASES SIMÉTRICAS: FASE I SEGÚN CTE 2013 VS FASE II EECN PASSIVHAUS CLASSIC

Clara Lorente Martín, Arquitecta PH Designer, Directora Área de Sostenibilidad y Eficiencia Energética, Grupo Lobe
Luis Lastres Panzano, Arquitecto PH Designer, Área de Sostenibilidad y Eficiencia Energética, Grupo Lobe

Resumen: Residencial Minerva es un proyecto compuesto por 124 viviendas libres, ubicado en Zaragoza y dividido en dos fases de desarrollo. La primera de ellas proyectada en el año 2016, finaliza su construcción en el año 2018 obteniendo una calificación energética B (CTE HE 2013). La implementación del plan estratégico EECN mediante el estándar Passivhaus en todos los proyectos inmobiliarios de Grupo Lobe a partir de 2017 genera como resultado la fase II como edificio EECN, actualmente en construcción y en proceso de certificación Passivhaus Classic. A partir de aquí se pretende analizar la transformación conseguida en un edificio dividido en 2 fases prácticamente idénticas en cuanto a superficie construida, mostrando los resultados logrados a través de su comparativa y poniendo el foco en la evolución en los procesos de proyecto, la aparición de nuevos perfiles profesionales y las nuevas estrategias de planificación, ejecución y seguimiento de obra.

Palabras clave: Multifamiliar, Passivhaus, EECN, Grupo Lobe

INTRODUCCIÓN

Residencial Minerva es un conjunto de viviendas edificado en manzana cerrada y situado en la zona de nuevo desarrollo Parque Venecia, al sureste de la ciudad de Zaragoza. Ambas fases son simétricas, lo que se refleja tanto en la similitud de superficie construida, composición de fachada y concepción de tipologías de vivienda, con superficies útiles de alrededor de los 85 m^2 distribuidos en 3 y 4 dormitorios. Todas las viviendas son pasantes, con posibilidad de realizar ventilación cruzada y disponen de grandes terrazas que proporcionan protección solar de los huecos más expuestos.



Figura 1. Infografía exterior de residencial Minerva.

No obstante, ambas fases poseen una identidad propia derivada del cambio de estrategia de eficiencia energética y sostenibilidad que ha liderado Grupo Lobe desde el año 2017. La iniciativa para concebir la segunda fase como edificio de consumo casi nulo EECN a través del estándar Passivhaus ha resultado en un edificio que presenta un profundo cambio respecto a la fase I, proyectada según CTE-2013. Se ha traducido en la obtención de unos resultados energéticos, económicos y sobretodo de confort para el usuario superiores que defienden la apuesta realizada por Grupo Lobe para adelantarse a la transformación de un sector obligado a evolucionar hacia el objetivo EECN, como consecuencia de la aprobación de la directiva europea 2018/844, que modifica las Directivas 2010/31/UE, relativa a la eficiencia energética de los edificios, y la 2012/27/UE, relativa a la eficiencia energética.

PLANTEAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

El edificio se compone de 9 plantas, B+8. Al tratarse de un edificio de relativa altura y desarrollado en bloque, la situación de partida es favorable en cuanto al factor de forma. En planta baja se ubican los zaguanes de acceso a cada una de las 6 escaleras en las que se divide el edificio.



Figura 2. Minerva II en fase de estructura, junio 2019.

Se establece una comparativa de las dos fases del edificio por cada solución constructiva en la que se definen los valores U alcanzados.

Fachadas

- Fase I. Albañilería tradicional de doble hoja con valor U de 0,27 W/m2k y espesor de 30 cm.
- Fase II. Sistema constructivo en seco que sustituye la hoja principal de albañilería y permite mejorar las prestaciones térmicas del muro para espesores de fachada menores, alcanzando valores U de 0,20 W/m2k con 21 cm de espesor.

Cubierta

Ambas fases se componen de cubiertas invertidas en las que se incorpora aislamiento por el exterior. No obstante, la diferencia es apreciable en el espesor de éste pasando de 11 cm de la primera fase a los 16 de la segunda con valores U de 0,29 W/m^{2}k y 0,24 W/m^{2}k respectivamente.

Forjado P1

- Fase I. Solución convencional con valor U de 0,49 W/m^{2}k
- Fase II. Colocación de aislamiento de 14 cm bajo forjado que se traduce en valores U de 0,20 W/m^{2}k

División vivienda-escalera

En este punto es importante destacar la diferenciación entre ambas fases en la consideración de la caja de escalera como zona de envolvente no climatizada. Se observa así que mientras la fase I se resuelve con doble hoja de ladrillo y aislamiento de 4 cm y valores U de 0,4 W/m^{2}k, en fase II el sistema empleado es de construcción en seco que permite obtener valores U de 0,19 W/m^{2}k.

Carpinterías

Por ser uno de los 5 principios del estándar Passivhaus, este apartado refleja una diferencia sustancial en cuanto a calidades empleadas, que se traduce en valores a tener en cuenta en el balance energético global.

- Fase I. Carpinterías de aluminio de doble hoja con rotura de puente térmico y valores U_w=2,2 W/m^{2}k
- Fase II. Carpinterías con marcos de PVC con trasmitancia U_f=1 W/m^{2}k y vidrios triples con lámina bajo emisiva, alcanzando una transmitancia térmica U_g=0,6 W/m^{2}k y g=0,5, dando como cómputo un valor U_w=0,7 W/m^{2}k. Las cámaras entre vidrios están rellenas en un 90% de gas argón y en un 10% de aire. Sumado a esto las persianas incorporan cajones de altas prestaciones térmicas, acústicas y herméticas que han sido integrados desde el diseño en la solución constructiva para minimizar las pérdidas de energía.

CONCEPTO EECN

La voluntaria adaptación de la segunda fase a criterios EECN lleva implícitas una serie de medidas que contrastan con la estricta aplicación de la normativa vigente (CTE) en el edificio Minerva I. Estas medidas se traducen en:

- El esfuerzo en el diseño del detalle constructivo y la eliminación y tratamiento de puentes térmicos mediante el estudio iterativo de soluciones constructivas a partir de programas de elementos finitos;
- La disminución de la demanda de calefacción y refrigeración que permite resolver la climatización reduciendo la potencia instalada de los equipos.
- Un riguroso control de ejecución de obra que obliga a seguir el proceso de forma minuciosa y garantiza la calidad del edificio terminado.

Ventilación

El cálculo de caudales de ventilación de la fase I se rige según valores de la tabla 2.1 de la sección DB HS3 del CTE. En base a esta se obtiene unos valores promedio por vivienda de 1,35 renovaciones/hora para el sistema de ventilación general. A este valor se le debe sumar el sistema de ventilación mecánica adicional en cocinas y el sistema complementario de ventilación natural, todo ello sin tener en cuenta las infiltraciones de aire en vivienda por considerarse ésta no tratada herméticamente.

En todas las viviendas de la fase II se integra un sistema de ventilación individual de doble flujo con recuperador de calor de alta eficiencia, programado con tres velocidades dentro del rango de caudales certificado PHI, garantizando un consumo eléctrico muy reducido. El equipo renueva el aire interior de la vivienda de forma automática y continua, permitiendo una mejor calidad del aire interior y sin prácticamente pérdidas energéticas por ventilación. El equipo recuperador de calor se sitúa fuera de la envolvente térmica para evitar ruidos en vivienda, aspecto especialmente sensible en la percepción de confort. Dentro de la envolvente, se presta especial atención a las velocidades de impulsión y retorno en rejillas para evitar ruido en estancias y se configura un esquema de distribución de ventilación idóneo para evitar interfonías.

Puentes térmicos

El cálculo de puentes térmicos en Minerva I está desarrollado a partir del método simplificado establecido en el CTE-2013. Estos son calculados mediante la aplicación de un porcentaje respecto de la componente unidimensional de cada una de las fachadas.

En la segunda fase, fruto de la nueva metodología de diseño, se parte de una premisa mucho más exigente. Según uno de los 5 principios del estándar, una construcción Passivhaus debe estar “libre” de puentes térmicos (<0,01 w/mk). Merece la pena hacer especificar el significado de esta denominación: de existir pérdidas energéticas en cualquier parte del edificio, inferiores a 0,01 w/mk no serán tenidas en cuenta. Sin embargo, de existir algún punto de pérdida mayor de esta cifra se calculará pormenorizadamente. Esto nos hace conscientes del grado de rigor y meticulosidad que entraña el proceso de certificación. Por ello, en Minerva II se analizan cada uno de los puentes térmicos mediante software específico, y se introduce en el balance energético del proyecto. Este principio es un factor clave a la hora de conseguir menores pérdidas térmicas del edificio y ello se refleja en el tratamiento específico de aquellas partes que presentan más debilidad y por consiguiente peores resultados: perímetros de carpinterías y muros de fachada interrumpidos por terrazas. En todos los encuentros se verifica el cumplimiento de los criterios de higiene y de confort.

Sistemas de acondicionamiento e instalaciones

A la hora de escoger los sistemas activos de producción de calor y ACS Minerva I se orientó hacia la generación centralizada a través de combustible de gas natural con apoyo a la producción de ACS mediante geotermia para cumplir los requisitos del Documento Básico de Ahorro de la Energía del Código Técnico de la Edificación.

Minerva II va un paso más allá, ya no sólo por la inclusión de refrigeración en el periodo de verano sino por el interés de electrificación de la demanda. En Grupo Lobe se defiende esta tendencia de consumo a partir de una única fuente de energía para limitar sobrecostes en instalaciones y para evitar el peaje mensual de cada precio fijo a pagar por el uso de otras fuentes de energía adicionales.

Minerva II incluye equipos de aerotermia aire-agua individuales de baja potencia, con suelo radiante como unidad terminal que permite trabajar a baja temperatura y resolver así con un solo equipo la producción de ACS y la climatización de las viviendas.

Hermeticidad

Por último y no por ello menos importante, Minerva II adquiere un compromiso más respecto a la fase I, donde no existe tratamiento alguno de estanqueidad al aire. En ésta, se asume la obligación de reducir las infiltraciones dentro del edificio y así proporcionar un mayor control de las pérdidas producidas en la envolvente, lo que se traduce en:

- Reducción del consumo de energía
- Resolver la aparición de posibles condensaciones intersticiales en fachada
- Asegurar una mayor calidad del aire interior, libre de contaminantes. Este último aspecto queda íntimamente ligado a otro de los puntos fuertes del estándar: vivir con mayor confort gracias a un aire continuamente renovado, limpio y a una temperatura idónea.

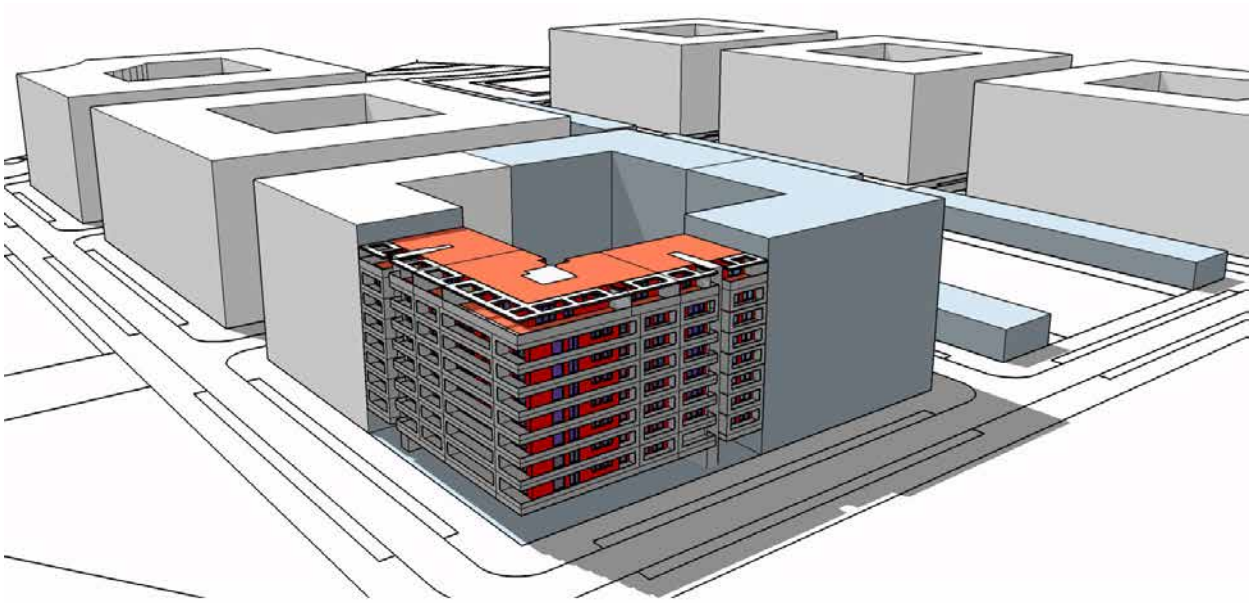


Figura 3. Modelo energético en designPH de Minerva II.

Para controlar el parámetro de la hermeticidad se procede en distintos momentos de la ejecución de la obra a realizar un test mediante el método de presurización con ventilador (Blower Door) para cada una de las viviendas de las 3 escaleras, llegando al final de la obra a realizar cerca de 100 ensayos (al menos dos por vivienda), que permiten controlar satisfactoriamente el proceso. El test de vivienda acabada es controlado por parte de una ECA externa que verifica la realización del test según el correcto cumplimiento de la norma ISO 13829.

Podemos afirmar que la inclusión de los trabajos de hermeticidad en el proceso constructivo supone la evolución más evidente y difícil de conseguir, si comparamos la tradición constructiva con la consecución de los objetivos EECN. El

test blowerdoor supone un examen que evalúa in situ la consecución de los objetivos de hermeticidad de la vivienda, dejando en evidencia cualquier posible error de sellado.

En este punto, unido al Passivhaus Designer aparece un nuevo perfil, aún poco extendido, pero por el contrario imprescindible en el control de hermeticidad: el técnico en hermeticidad. Este profesional asumirá labores de planificación previas a la ejecución que permiten ahorrar tiempos y una mayor organización en obra. Su papel abarca más ámbitos aparte de la propia obra, ya que gestiona y apoya a las personas implicadas en la construcción en todos los aspectos concernientes a garantizar el sellado de la capa exterior del edificio. Su labor está validada por el ensayo Blower Door, gracias al cual debe ser capaz de detectar visualmente errores, para a continuación valorar y proponer soluciones que subsanen el problema.

RESULTADOS OBTENIDOS

La conjunción de todas estas medidas se traduce en los siguientes resultados en el certificado energético (CTE 2013):

CERTIFICADO ENERGÉTICO	FASE I	FASE II
Demanda de calefacción (kwh/m²año)	26,69	14
Demanda de refrigeración (kwh/m²año)	12,39	12,17
Consumo de energía primaria no renovable (kwh/m²año)	43,56	27,78
Emisiones de CO2 (kwh/m²año)	8,9	4,84
Calificación energética	B	A

Tabla I. Comparación de resultados energéticos y ambientales de Residencial Minerva I y II.

Departamento de sostenibilidad interno

La envergadura del edificio, unido a la cuantía de proyectos desarrollados actualmente por Grupo Lobe, hace imprescindible una planificación estratégica y un control del proceso de diseño y ejecución muy importante. Por ello es de resaltar la apuesta de la empresa por la creación de un área de sostenibilidad eficiencia energética integrado y que funciona a modo de consultoría interna, para así aportar soluciones de forma integrada con el resto de los agentes intervinientes en el proceso. Aparece la figura del Passivhaus Designer, que coordina el diseño y cálculo energético del edificio desde el mismo proyecto básico, generando feedback con el área técnica de proyectos y continúa con el proyecto de ejecución, con la simulación energética en un trabajo bidireccional diseño-simulación donde se consigue enriquecer el proyecto hasta los valores requeridos por el estándar Passivhaus. El seguimiento de obra, como trabajo de documentación para justificar que lo considerado en cálculo es efectivamente lo ejecutado, se ve concluido tras una rigurosa revisión por parte de la entidad Certificadora y por el Passivhaus Institut con la certificación final del edificio.

CONCLUSIÓN

El concepto de Edificio de Energía Casi Nula nace no solo con el objetivo de reducir el elevado consumo energético de nuestro parque edificado, sino también con la visión de generar un mayor confort en el usuario. También desde un punto de vista de optimizar recursos, es decir, crear unas condiciones de máxima eficiencia energética con un coste de inversión asumible. El sistema permite crear rentabilidad económica equilibrando la inversión realizada inicialmente y el ahorro energético futuro, teniendo siempre en cuenta el compromiso por el medio ambiente. La evolución de las técnicas constructivas tradicionales apoyada en análisis cada vez más avanzado de la eficiencia energética del edificio permite desarrollar un proceso de mejora continua capaz de optimizar los procesos con el objetivo de conseguir un producto inmobiliario de calidad superior a un precio que tienda a igualarse al coste edificación convencional.

Por otro lado, si atendemos al ahorro energético durante fase de uso, no solo es importante la reducción de la demanda de energía necesaria para mantener condiciones de confort interior, sino que es vital la correcta elección y configuración de los sistemas activos instalados para que funcionen con la mayor eficiencia posible. Una configuración errónea de la instalación podría ocasionar problemas de disconfort e incluso patologías constructivas, además de no sacar partido al punto óptimo de rendimiento de las máquinas. Por ejemplo, una impulsión de agua demasiado fría en suelo refrescante podría ocasionar condensaciones superficiales o incluso intersticiales en el acabado del suelo y provocar un consumo eléctrico más elevado si el equipo de aerotermia tiene rendimiento óptimo en temperaturas medias de producción de agua.

Para ello es importante hacer conscientes a los servicios técnicos (todavía acostumbrados a trabajar en vivienda convencional) y a los clientes de la necesidad de encontrar la configuración óptima de cada equipo para sacar el máximo partido a las características excepcionales de la vivienda pasiva. Por lo tanto, es preciso añadir la importancia que adquiere el usuario y los profesionales de mantenimiento en el uso óptimo de las viviendas EECN.

Como bien es sabido, cualquier dispositivo se acompaña de un manual de instrucciones que nos enseñe a usarlo de manera óptima y eficiente. Nuestra casa pasiva, entendida como ese dispositivo que está diseñado para trabajar de una forma determinada, no funcionará de forma idónea si no hacemos un último esfuerzo: concienciar al propietario de que su papel como usuario de este dispositivo es fundamental si quiere obtener los resultados de bajo consumo, alta eficiencia y alto confort que son objetivo en la edificación de consumo casi nulo.

Es preciso transmitir ciertos códigos de buenas prácticas, entre los cuales se incluyen: mantener el termostato a una temperatura de consigna adecuada (20ºC en invierno y 25ºC en verano), sacar partido a la inercia térmica de la vivienda, usar correctamente el recuperador de calor y respetar los plazos de mantenimiento que requiere el cambio de sus filtros, o mantener bajadas las persianas en los periodos de mayor insolación (verano al mediodía) con el fin de evitar ganancias excesivas solares en el interior de la vivienda.



Figura 4. Vista de Residencial Minerva en julio de 2019.

GESTIÓN DE LA ESTANQUEIDAD: ACTIVIDAD CRÍTICA EN LOS ECCN

Eduardo Guillén Pérez, Arquitecto técnico, Passivhaus Designer, Área de eficiencia energética, Grupo Lobe
Ángel Sánchez Inocencio, Arquitecto técnico, Passivhaus Tradesperson, Área de eficiencia energética, Grupo Lobe

Resumen: Según la experiencia adquirida en la construcción de EECN plurifamiliares bajo el estándar Passivhaus, cuando se termina la envolvente hermética de una vivienda hasta 10 gremios distintos han realizado trabajos que afectan directamente a la estanqueidad. Además, al estar supeditada al ensayo Blower Door siempre constituye el camino crítico de la programación de obra, ya que todos los trabajos que le afectan deben estar terminados. Estos condicionantes, añadidos a la falta de experiencia y formación del sector sitúan la hermeticidad en el punto de mira de los ECCN. Sabiendo que esta actividad supone un punto de inflexión en obra, es vital que los especialistas en hermeticidad estén perfectamente integrados en el proceso constructivo en colaboración con la Jefatura de Obra y Dirección Facultativa.

Palabras clave: Estanqueidad, Hermeticidad, Eficiencia, Gestión, ECCN, Passivhaus, Infiltraciones

INTRODUCCIÓN

En Grupo Lobe se adoptó como línea de negocio en 2017 construir todos los proyectos con criterios de EECN bajo la certificación Passivhaus, por lo tanto, la hermeticidad era uno de los retos más complicados y desconocidos que se debían afrontar.

Inicialmente, se realizaron pruebas en un piso piloto para conocer los nuevos materiales y su correcta aplicación. Ello, permitió conocer tiempos y problemas que podrían provocar ya que había que introducirlos en los procesos constructivos sin que pudiera suponer un riesgo en la programación, gestión y ejecución de los proyectos que se deberían de desarrollar.

Uno de los problemas que se presentaron fueron la falta de formación/información de los trabajadores del sector y la dificultar de encontrar empresas que prestaran los servicios necesarios para realizar las actividades en proyectos de gran tamaño.

Una vez encontradas las soluciones a utilizar se decidió como se iba a evaluar la hermeticidad en las viviendas, comprobando los criterios del estándar se optó por realizar el ensayo Blower Door en cada unidad de vivienda.

Normativa

Los edificios ensayados están construidos bajo el estándar Passivhaus, por lo tanto, los ensayos se llevan a cabo de acuerdo con la norma EN 13.829 Determinación de la estanqueidad al aire en edificios. Método de presurización por medio de ventilador. En la norma solo exige realizar una prueba de despresurización de las viviendas, en cambio el estándar Passivhaus es obligatorio la realización de una prueba a presurización y despresurización en cada una de las viviendas, siendo la media de las dos pruebas el resultado final. En ningún caso tanto la media como ninguna de las dos pruebas puede dar un valor superior a 0.60 h-1.

Formación

La escasez de profesionales en el sector que tengan formación en el campo de hermeticidad es y sigue siendo muy limitada. Es necesario que los gremios como el resto de los agentes que intervienen en el proceso de obra, desde la propia Dirección Facultativa y Jefe de Obra, hasta el último gremio que participe en el proceso de acabados, tienen que apostar por la formación y aceptar un compromiso para llevar a cabo las tareas que se han de desarrollar durante la ejecución de una casa pasiva.

DURANTE EL PROYECTO

El apartado de hermeticidad se debe tratar desde la fase de proyecto, ya que las decisiones tomadas en la elección del tipo de estructura, los cerramientos o como se van a ejecutar van a condicionar las decisiones posteriores. Si nos decantamos por una losa no existirían problemas de hermeticidad, en cambio sí se escoge un forjado unidireccional será necesario coordinar las vigas o zunchos para que se cree una continuidad entre la capa hermética del paramento vertical y el horizontal. Se deben preveer todas las perforaciones que se realizaran en la capa hermética para paso de

instalaciones, saneamiento y telecomunicaciones y como se realizaran los sellados para no tener que improvisar sellados durante la ejecución.

Primeros pasos

Se ha de mantener un contacto continuo con los profesionales que están desarrollando el proyecto desde una fase muy temprana para tener en cuenta qué soluciones y materiales serán necesarios utilizar para realizar la hermeticidad en los diferentes puntos críticos del edificio:

- Uniones de diferentes materiales.
- Continuidad de la capa hermética entre los distintos cerramientos.
- Coordinación de la estructura con los perímetros de las viviendas.

Actividad crítica

El ensayo Blower Door es una actividad critica, en la que todas las actividades que lo preceden deben haber finalizado. Y a su vez es necesario que resulte satisfactorio para que se pueda seguir trasdosando la vivienda y seguir realizando las siguientes actividades que están programadas. Durante la realización del ensayo el piso queda bloqueado quedando los técnicos que realizan el ensayo y un operario que realiza las actividades de sellado si fueran necesarias en el interior.



Figura 1. Vivienda en la que un técnico está realizando un ensayo.

DURANTE LA EJECUCIÓN

Como norma general, durante la ejecución de la obra se ha llevado a cabo dos ensayos Blower Door por cada unidad de vivienda. En caso de obtener un resultado desfavorable, se buscan las infiltraciones para solucionar las incidencias y se repite el ensayo hasta conseguir un resultado apto. Las principales herramientas para detección de infiltraciones son el termoanemómetro con sonda de velocidad y un generador de niebla vaporizada. En esta fase tan temprana no se puede utilizar la cámara térmica como método para detectar las infiltraciones, ya que la vivienda al no estar en carga no se apreciaría de forma evidente el salto térmico existente entre el interior y exterior de la vivienda.

1º Ensayo - Capa hermética visible

El primer ensayo se realiza a modo de autoevaluación siguiendo la UNE 13.829, aplicando el método B, es decir, en el que se permiten realizar medidas que incrementen la hermeticidad de la vivienda. Se lleva a cabo una vez la capa hermética se ha ejecutado completamente, pero antes de la instalación de las ventanas y balconeras ya que la capa hermética aun es visible y accesible para realizar reparaciones. Es necesario tomar algunas medidas en los huecos de las carpinterías, que deben sellarse de forma provisional utilizando planchas de policarbonato con cinta en el

perímetro. En los pasos de instalaciones también se utiliza cinta para que no se produzcan infiltraciones indeseadas ya que solo se han dejado los tallos para realizar el resto de la instalación más adelante.



Figura 2. Ejemplo de sellado temporal de los huecos de las carpinterias con policarbonatos.

Al realizar este ensayo, en cada una de las viviendas debido a la experiencia ya adquirida se ha decidido un valor límite que nos permita absorber un aumento de infiltraciones provocado por la posterior instalación de las carpinterías. El valor objetivo para el ensayo en esta fase se ha fijado en 0,25 h-1, de este modo asegura un margen de seguridad de cara a la continuación de la obra y al ensayo final.

Es necesario tener en cuenta que en la fase en la que se está realizando esta prueba pueden estar trabajando unos 60 operarios aproximadamente lo que transmite la dificultar para coordinar todas las actividades que se dan de forma simultánea.

2º Ensayo - Vivienda acabada certificación

El segundo ensayo, se realiza en base a la norma UNE-EN 13829, aplicando el método A. Es decir, “la condición de la envolvente debería representar su condición durante la temporada en la que se usa el sistema de calefacción y frío”.



Figura 3. Estado de las viviendas antes de realizar el ensayo de certificación.

A nivel de sellado de paso de instalaciones, se ha seguido el apartado 5.2.3 Sistemas de calefacción ventilación y aire acondicionado. Dicho apartado indica “Los mecanismos terminales de aire de la ventilación mecánica o los sistemas de aire acondicionado deben ser sellados”.

La vivienda se encuentra completamente terminada, sin acceso a la capa hermética. En caso de existir incidencias en esta prueba, se debería proceder a derribar el trasdosado para realizar operaciones de sellado lo que provoca retrasos indeseados y un aumentando considerable en el presupuesto.

En esta ocasión el test debe ser supervisado por un técnico de una empresa externa con el objetivo de verificar que los ensayos han sido realizados siguiendo las condiciones establecidas por la norma UNE-EN 13829.

GESTIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN

Los edificios deben ser certificados bajo el estándar Passivhaus, lo que exige tener un control sobre los documentos que se van creando en cada test. En cada uno de los ensayos Blower Door se genera un informe de manera automática por el software utilizado.

La entidad externa que presencia la realización de los ensayos de certificación para verificar el cumplimiento de la normativa, debe emitir unos informes en los que da conformidad a las características y a los datos de cada una de las viviendas, las condiciones climáticas existentes en el momento en el que se realiza el test, los datos de calibración de los equipos de medición que se utilizan y los resultados de la prueba.

Debido a la gran cantidad de proyectos que están en marcha de manera simultánea, se ha creado un sistema de almacenamiento, mediante una codificación determinada, de manera interna, para poder identificar y encontrar de manera rápida cada uno de los test realizados en las viviendas.

Es posible que en los edificios de gran tamaño se puedan solapar en el tiempo, en la parte más incipiente, los ensayos de control interno con la capa hermética visible, y en otras zonas más adelantadas ya es posible realizar los test de certificación.

CONCLUSIONES

En el balance energético de un edificio de viviendas tienen mucho peso las pérdidas por ventilación, provocadas por las infiltraciones de aire no deseadas. El ahorro energético se incrementa notablemente teniendo en cuenta la estanqueidad y la ventilación mecánica reduciendo de manera significativa las infiltraciones o exfiltraciones, consiguiendo así un notable ahorro de energía y confort en la vivienda

Actualmente, muchas de las alegaciones que se han presentado en la primera versión del nuevo Código Técnico de la Edificación hacen referencia a la hermeticidad, solicitando que se establezca un número mínimo para los EECN, lo que causaría una necesidad de nuevos perfiles, que actualmente no existen en el mercado laboral, siendo una tarea con grandes posibilidades de emprendimiento en un futuro a corto plazo.

Las tareas relacionadas con la hermeticidad deben ser tenidas en cuenta desde una fase temprana, ya en el desarrollo del proyecto. Facilitando la resolución de los diferentes encuentros que se puedan crear anticipándose los problemas que puedan surgir durante la ejecución consiguiendo economizar soluciones.

Durante la fase de ejecución será necesario que la actividad de hermeticidad sea tenida en cuenta cuando se realiza la programación, ya que deben darse las circunstancias idóneas para la realización de cualquiera de los dos ensayos

Es necesaria una implicación de todos los agentes que intervienen en el proceso de ejecución, para llegar a conseguir los objetivos tan exigentes establecidos en el estándar Passivhaus. Por lo tanto, será necesario que los diferentes oficios que intervienen en el proceso constructivo del edificio apuesten por la formación. Las universidades o centros de formación deberán ofrecer soluciones a las carencias que existen actualmente en el sector, complementando los conocimientos de los futuros profesionales.

GLASER IS DEAD: ANÁLISIS HIGROTÉRMICO DINÁMICO DEL RIESGO DE DAÑOS POR HUMEDAD

Oliver Style, Consultor Passivhaus, Director, Progetic
Bega Clavero, Arquitecta Técnica, Passivhaus Tradesperson, Progetic

Resumen: El análisis higrotérmico de elementos constructivos para la evaluación de posibles daños por humedad es una herramienta clave para mejorar la durabilidad de los edificios de alta eficiencia energética. Este tipo de análisis cobra especial importancia en las rehabilitaciones EnerPHit, donde se instala aislamiento al interior de muros macizos expuestos a la lluvia, ya que presentan mayores riesgos de daños por humedad por su alta inercia térmica y capacidad de transporte líquido. En resonancia con el trabajo de Little et al. [1], el articulo presenta una comparativa de cálculo para evaluar el riesgo de daños por humedad, en un muro de piedra maciza con aislamiento interior, en los climas de Burgos y Barcelona. Se comparan los resultados del método simplificado mensual Glaser, recogido en la UNE ISO 13788 [2], con la simulación numérica higrotérmica dinámica con la herramienta WUFI Pro 1D [3], conforme la EN 15026 [4]. Aunque la UNE-ISO 13788 hace explicito las limitaciones del método de cálculo y deja evidente que no se debería de usar en casos como este, se sigue usando en la práctica entre profesionales del sector. En el contexto de rehabilitaciones energéticas bajo estándar Passivhaus EnerPHit, los resultados demuestran la importancia de un análisis higrotérmico dinámico y las severas limitaciones del método Glaser para el análisis de la transferencia de humedad en muros masivos con aislamiento interior.

Palabras clave: Glaser, WUFI, ISO 13788, EN 15026, Análisis Higrotérmico, Daños por Humedad, Condensaciones, Rehabilitación Energética, Aislamiento Interior, Muro Macizo

INTRODUCCIÓN

La rehabilitación energética de un edificio existente cambia fundamentalmente la respuesta higrotérmica de los diferentes elementos del edificio. Por lo tanto, la instalación de nuevos aislamientos térmicos y barreras de aire y/o vapor, no deben provocar daños por humedad a mediano plazo, ya sea al interior de la estructura o en la superficie interior de los diferentes elementos.

El aislamiento interior de muros macizos expuestos a la lluvia es especialmente delicado, ya que el aislamiento reduce la temperatura de la cara interior del muro (aislándolo del calor interior en invierno), provocando un aumento en la humedad relativa. Aunque varía según el tipo de muro, el acabado exterior, el tipo de aislamiento y la clase de higrometría interior, si la humedad relativa en el interfaz entre el muro existente y el aislamiento interior se mantiene por encima del 95 % durante periodos prolongados [1], se pueden crear las condiciones para el crecimiento de moho. Estos niveles de humedad aumentan la conductividad térmica del aislamiento y pueden contribuir a su degradación. A la vez, el consumo de energía por calefacción aumenta y empeora el confort, generando patologías que dañan la estructura y ponen en riesgo la salud de los usuarios.

La certificación EnerPHit por Componentes evita muchos de estos riesgos, por lo siguiente:

- Obliga a minimizar las infiltraciones de aire en los elementos constructivos y los puentes térmicos, fuente de muchos de los problemas asociados con la humedad.
- Los valores límites de transmitancias térmicas por elemento constructivo son mucho menos exigentes de los que se tiene que alcanzar para cumplir con la vía de las Demandas. Estos límites varían por la zona climática, pero en la mayoría de los climas del estado español, basta con 5 cm de aislamiento. Sin tomar las precauciones necesarias, con mayor nivel de aislamiento térmico por el interior, mayor puede ser el riesgo de daños por humedad.

No obstante, si se evalúa la transferencia de humedad en un sistema de aislamiento térmico por el interior, es importante entender los procesos físicos y las limitaciones de los métodos de cálculos simplificados como el Glaser.

EVALUACIÓN DE LA TRANSFERENCIA DE HUMEDAD: MÉTODO MEDIO MENSUAL, ISO 13788 (GLASER)

El método Glaser, recogido en la UNE-ISO 13788, fue desarrollado en 1958 para el análisis de elementos constructivos ligeros. Es un método de cálculo simplificado, basado en valores medios mensuales de temperatura y humedad relativa interior y exterior. Asume lo siguiente:

- la transferencia de calor es en régimen estacionario
- la transferencia de humedad en un elemento constructivo es únicamente via la difusión de vapor
- los materiales se han secado por completo

El cálculo determina si existen puntos críticos de condensación durante 1 año, despreciando los siguientes procesos físicos:

- la variación de las propiedades higrotérmicas de los materiales debido a su contenido de agua
- la absorción y emisión de calor latente
- la succión por capilaridad y la transferencia de humedad en forma de líquido dentro de los materiales
- el movimiento de aire a través de un elemento constructivo
- la capacidad higroscópica de los materiales

La UNE ISO 13788 indica que el método es válido solo en elementos constructivos donde estos efectos son despreciables. Por tanto, nunca se debería de usar para analizar elementos constructivos masivos con aislamiento interior o exterior, o para elementos sujetos a la lluvia o que puedan sufrir ciclos repetidos de congelación y descongelación. El Documento Básico HE del CTE hace explícita esta premisa. No obstante, el método Glaser se usa frecuentemente de manera incorrecta.

EVALUACIÓN DE LA TRANSFERENCIA DE HUMEDAD MEDIANTE SIMULACIÓN NUMÉRICA, EN 15026

El cálculo higrotérmico dinámico, recogido en la EN 15026 e implementado en programas de cálculo como WUFI y Delphin, resuelve estas limitaciones a través un análisis numérico horario que toma en cuenta todos los procesos higrotérmicos dinámicos descritos arriba, bajo condiciones de contorno realistas y condiciones iniciales de humedad en los materiales, que reflejan situaciones reales de una obra nueva o existente.

ESTUDIO: MURO DE PIEDRA MACIZA

Se estudia un caso sencillo de muro de piedra natural arenisca de 52 cm de espesor, sin revoco exterior y con un enlucido interior de mortero de cal, al que se aplica un aislamiento de lana mineral de 5cm por el interior. En el muro de piedra, se asume que un 60 % es piedra y un 40 % mortero de cal, siguiente el método de cálculo de Little et al. [1], mostrado en la Tabla . Se estudia una segunda variante, que incluye una lámina barrera de vapor, fijada a la cara interior del muro existente.

Material	**λ [W/m·K]**	**Difusión al vapor de agua, μ [-]**	**Espesor [mm]**
Piedra natural arenisca “Baumberger”	1,700	20	150
Mortero de cal + pozzolana	0,500	7,4	200
Piedra natural arenisca “Baumberger”	1,700	20	150
Mortero de cal & yeso	0,820	9,61	20
Variante 2: lámina barrera de vapor	*2,300*	*1500000*	*1*
Aislamiento de lana mineral	0,040	1,3	50
Placa de cartón yeso	0,250	8,3	15
TOTAL [mm]			585
Valor U [W/m2·K]			0,485

Tabla I. Materiales y propiedades higrotérmicas básicas del muro.

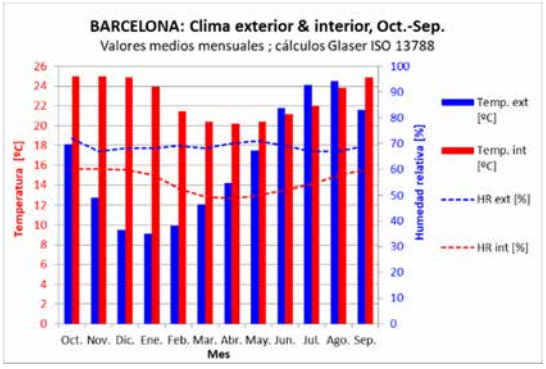


Figura 1. Clima exterior & interior para Barcelona, para los cálculos "Glaser".

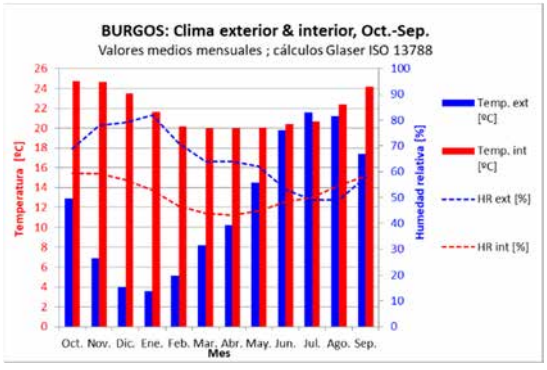


Figura 2. Clima exterior & interior para Burgos, para los cálculos "Glaser".

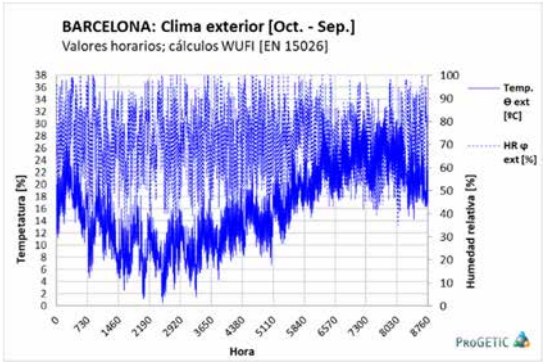


Figura 3. Clima exterior para Barcelona, para los cálculos WUFI.

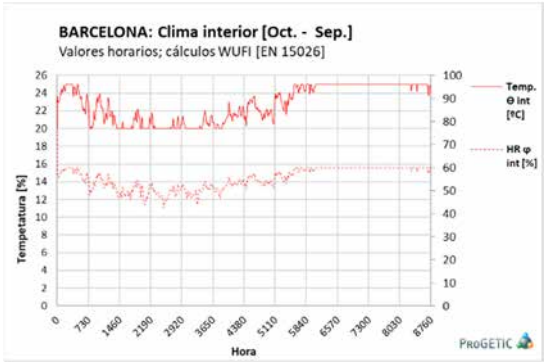


Figura 4. Clima interior para Barcelona, para los cálculos WUFI.

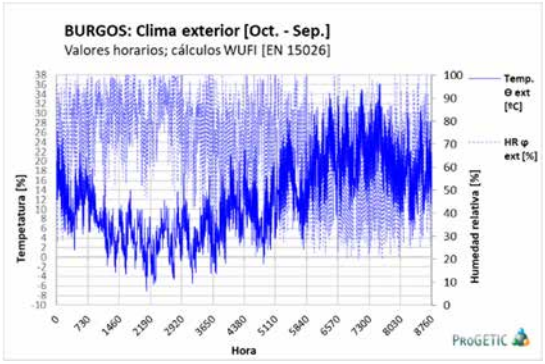


Figura 5. Clima exterior para Burgos, para los cálculos WUFI.

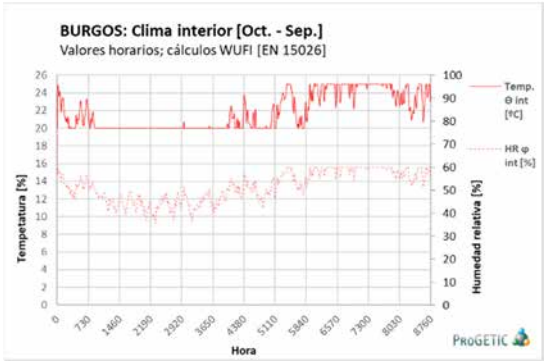


Figura 6. Clima interior para Burgos, para los cálculos WUFI.

Los climas exteriores e interiores usados en los cálculos se muestran en la Figura 1 a Figura 6. Todos los cálculos se han iniciado en el mes de octubre, con una duración de 1 año. Se asume un alto nivel de hermeticidad al aire en el cerramiento. Para poder comparar con los resultados con el método mensual de Glaser, se han calculado los valores medios mensuales de los resultados horarios de WUFI. Conforme el ASHRAE 160, se ha iniciado las simulaciones en WUFI con los materiales a un contenido de agua de dos veces su contenido de humedad en equilibrio a 80 % de

humedad relativa y 20 ºC (EMC 80) [5]. La orientación del cerramiento en los cálculos WUFI es norte, con un coeficiente de penetración del agua de lluvia del 70 %.

RESULTADOS

Los resultados para el muro sin barrera de vapor se muestran en la Figura 7 y Figura . Los resultados para el muro con barrera de vapor entre el muro existente y el aislamiento, se muestran en la Figura 9 y Figura 10.

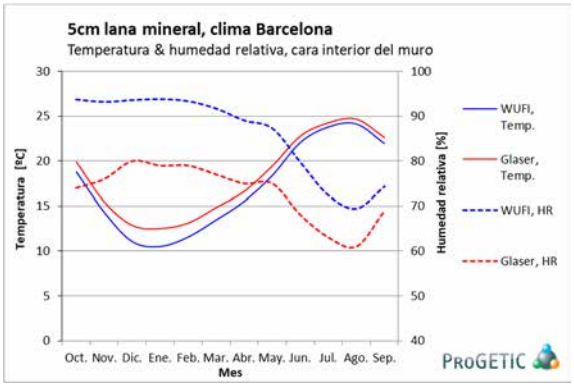


Figura 7. Resultados para Barcelona, Muro con 5cm de aislamiento lana mineral.

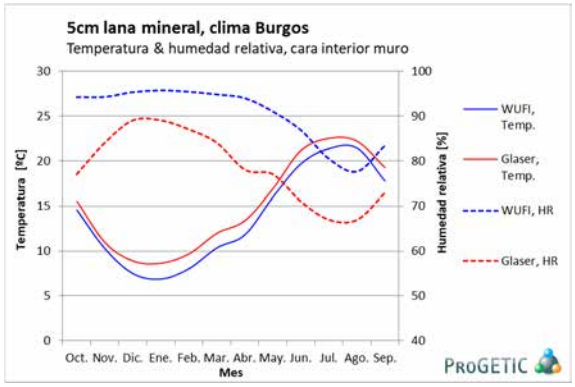


Figura 8. Resultados para Burgos, Muro con 5cm de aislamiento lana mineral.

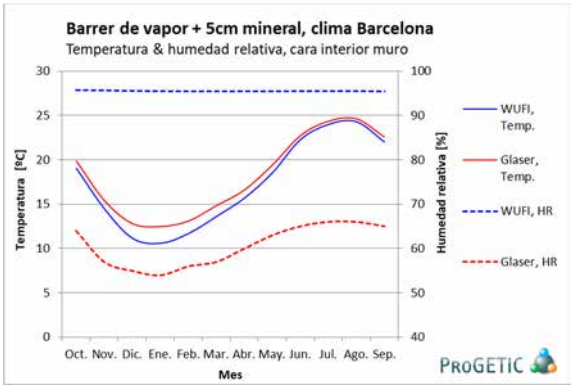


Figura 9. Resultados para Barcelona, Muro con lámina barrera de vapor + 5cm aislamiento de lana mineral.

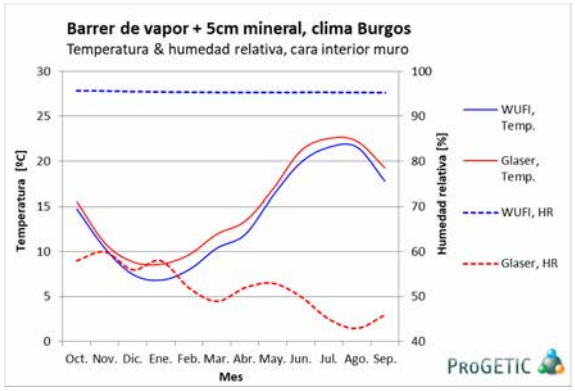


Figura 10. Resultados para Burgos, Muro con lámina barrera de vapor + 5cm aislamiento lana mineral.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados de humedad relativa en la cara interior del muro existente sin barrera de vapor con el método Glaser, son entre un 7 % y 21 % más bajos que los resultados dinámicos con WUFI en el clima de Barcelona, y 7 % y 18 % más bajos en el clima de Burgos. En el caso del muro con barrera de vapor, la diferencia es mucho más marcada: de 31 % a 43 % más bajo en el clima de Barcelona, y de 37 % a 55 % en el clima de Burgos.

Los resultados dinámicos para el muro con barrera de vapor en ambos climas indican un riesgo de daño por humedad, con una humedad relativa constante en el interfaz entre el muro existente y el aislamiento del 95 %, sin potencial de secado alguno. En cambio, el método Glaser arroja resultados totalmente contradictorios, con una humedad relativa promedia del 61 % en el clima de Barcelona y 52 % en el clima de Burgos. Los resultados confirman que el método Glaser descrito en la UNE-ISO 13788 no es apto para el análisis de la transferencia de humedad en muros sin revoco exterior de alta inercia térmica, expuestas a la lluvia, con aislamiento interior. Adicionalmente, los resultados de los

cálculos WUFI demuestran la importancia de evitar barreras de vapor en este tipo de instalación, ya que impiden que el muro se seque en ambas direcciones y pueden generar un acumulo de humedad en la cara interior del muro existente.

REFERENCIAS

[1] Joseph Little, Carolina Ferraro & Beñat Arregi 2015, "Assessing risks in insulation retrofits using hygrothermal software tools. Heat and moisture transport in internally insulated stone walls." Historic Environment Scotland Technical Paper 15, Second Edition, 2015, Edinburgh, Scotland.

[2] UNE-EN ISO 13788:2016. Características higrotérmicas de los elementos y componentes de edificación. Temperatura superficial interior para evitar la humedad superficial crítica y la condensación intersticial. Métodos de cálculo. (ISO 13788:2012)

[3] WUFI, o Wärme Und Feuchte Instationär, programa de cálculo higrotérmico dinámico para el análisis de transferencia de calor y humedad en elementos constructivos, desarrollado por el Fraunhofer Institut, Alemania.

[4] UNE-EN 15026:2007. Comportamiento higrotérmico de componentes de edificios y elementos constructivos. Evaluación de la transferencia de humedad mediante simulación numérica

[5] ASHRAE 160-2016. Standard 160-2016 -- Criteria for Moisture-Control Design Analysis in Buildings (ANSI Approved).

APLICACIÓN DE PINTURA TERMO-REFLECTANTE EN CUBIERTAS DE SUPERMERCADOS PARA MEJORAR EL AISLAMIENTO TÉRMICO

Joan Ferré Sáinz de la Maza, Socio cofundador, Nanoavant

Resumen: Las pinturas termo-reflectantes son una innovadora y efectiva solución para el sector de la construcción y rehabilitación, con la finalidad de mejorar la eficiencia energética de los edificios. Poseen 3 características principales para conseguir el bloqueo de la transferencia de calor generado por la incidencia solar que se concentra en las cubiertas de los edificios: (1) Alta emisividad y reflectividad cercanas al 90% (2) Contienen microesferas de cerámica que aportan propiedades de aislamiento térmico (3) Son impermeabilizantes y reducen el flujo térmico por la ausencia de humedad. La más reciente innovación en este tipo de pinturas es que están basadas en Nanotecnología. Se trata de una pintura elastomérica base agua y bajo contenido en Componentes Orgánicos Volátiles, que aporta un valor añadido y mayor funcionalidad respecto a las pinturas convencionales. Aplicable en toda clase de cubiertas de obra. Su aplicación mediante maquinaria de pulverizado airless reduce el tiempo y en consecuencia el coste total, comparado con otros sistemas de aislamiento tradicionales que suponen costosas obras. Además, se trata de una solución complementaria a otras medidas de aislamiento térmico y aplicable a posteriori en cualquier cubierta como recubrimiento final.

Palabras clave: Pintura Termo-reflectante, Ahorro en Climatización, Confort Térmico, Aislamiento Térmico, Eficiencia Energética, Nanotecnología

INTRODUCCIÓN

En cuanto a la edificación residencial, hay un envejecimiento del parque de viviendas en España, hasta el punto de que las primeras casas de la pasada burbuja inmobiliaria empiezan a cumplir la mayoría de edad, de manera que más del 80% de las viviendas, actualmente tiene más de 18 años, hay un auge de la compraventa de segunda mano (con un 70% de las casas reformadas) y también hay nuevos modelos de hogar, casi el 30% del total, lo que obligará a reformarlos para adecuarlos individualmente a cada situación personal y familiar.

En referencia a la obra civil y al sector terciario, las necesidades de rehabilitación y especialmente en cuanto a la implementación de medidas para mejorar el aislamiento térmico de los elementos constructivos, tienen una demanda creciente. En mayor medida, por la antigüedad de estas construcciones y también porque desde la Unión Europea se plantea el fomento de la construcción de edificios de consumo de energía casi nulo (EECN), así como la rehabilitación para adecuar el parque existente a los requisitos de este concepto.

En muchos casos, el aislamiento térmico es precario y, en consecuencia, el consumo de energía es muy elevado, así como la generación de gases de efecto invernadero.

La aplicación de pintura termo-reflectante en las cubiertas de edificaciones existentes supone una reducción de la temperatura exterior del elemento constructivo de un 50% de media, que consecuentemente significará un menor flujo térmico hacia el interior de la construcción, que mejorará notablemente el confort térmico y reducirá los costes de climatización.

Los beneficios de la utilización de esta tecnología son el ahorro de costes de energía, mejora del confort térmico y menor generación de CO2.

Esta medida es ideal para aplicar en construcciones existentes por su facilidad y rapidez de aplicación, sin necesidad de realizar obras.

Supone una mejora de la eficiencia energética a un coste menor que con otros sistemas de aislamiento tradicionales. De manera que está al alcance de todos los estratos sociales, ya sea mediante financiación privada o a través de ayudas estatales para la rehabilitación de zonas con escasos recursos económicos.

Existen otras medidas para mejorar la envolvente térmica de construcciones, como la instalación de materiales aislantes como la lana de roca, poliestireno expandido, sistemas SATE, etc. Son sistemas efectivos debido a sus características físicas (grosor, composición, etc), pero suponen la realización de obras y a veces no son compatibles con algunas edificaciones por inexistencia de espacio suficiente para su implementación, limitaciones de comunidades de vecinos, coste elevado de permisos y ejecución, elevado coste del material aislante, etc.

La mayoría de estos sistemas tradicionales se pueden complementar con el recubrimiento termo-reflectante, mejorando en definitiva la reducción de la transmitancia térmica de los elementos constructivos.

El carácter innovador de las pinturas térmicas como solución constructiva para mejorar la eficiencia energética, especialmente en el caso de rehabilitaciones de edificios existentes, por el momento está dificultando su penetración masiva en el mercado español de la construcción.

En el CTE no se contemplan, por el momento, soluciones de aislamiento térmico mediante la reflectividad, con un grosor tan reducido (aprox. 500 micras con 2 capas). Pero los resultados obtenidos en diversas aplicaciones y la existencia de diferentes actores que comercializan estas pinturas en el mercado nacional e internacional auguran un exitoso futuro para este tipo de recubrimientos y pinturas.

Existen test de laboratorios y entidades de certificación, además de casos de éxito monitorizados con sondas de temperatura y entidades externas que justifican los buenos resultados obtenidos y el ahorro en costes de climatización que suponen.

EL PROYECTO

Aplicación de pintura termo-reflectante en cubiertas de supermercados

Problema:

Altas temperaturas en el interior de los establecimientos comerciales que tenían que ser mitigadas con un consumo extra de medios de climatización, con el aumento de gasto en energía que ello supone, además de la mayor generación de CO2. Este problema se presenta mayormente en las estaciones calurosas.

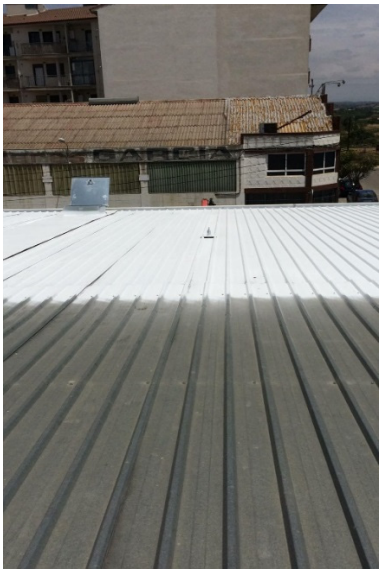
En las dependencias interiores no climatizadas, como almacenes, las condiciones de trabajo son muy desfavorables para el personal debido a las altas temperaturas. Por estas razones, es necesario mejorar el precario aislamiento térmico de las cubiertas existentes, de chapa metálica y tela asfáltica.

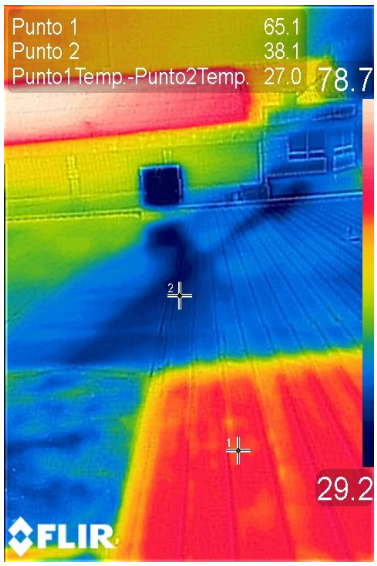
Sistema utilizado:

Aplicación de pintura termo-reflectante e impermeabilizante *Surfapaint Thermodry Elastomeric Roof*, mediante pulverizado con maquinaria airless.

Pasos para la implementación del sistema:

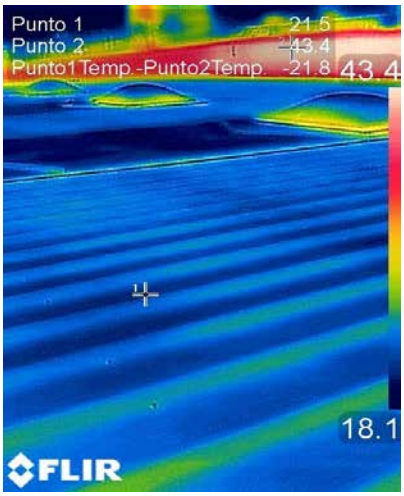
1. Preparación del soporte de la cubierta mediante una limpieza profunda y la reparación de posibles desperfectos y filtraciones.
2. Aplicación de la imprimación correspondiente en caso de cubiertas con porosidad, como chapa galvanizada, de aluminio, etc.
3. Aplicación de 2 capas de pintura termo-reflectante *Surfapaint ThermoDry Elastomeric Roof*, mediante pistola airless.



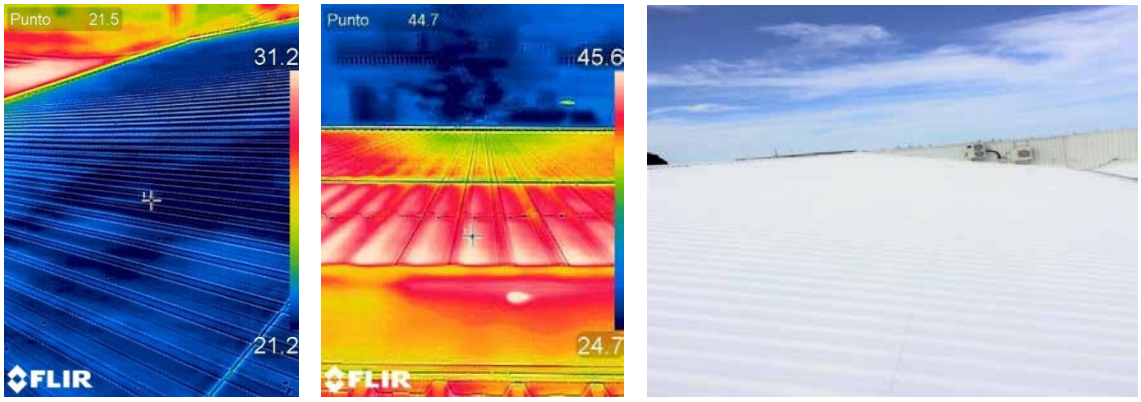


Figuras 1 y 2. Cubierta metálica tratada con pintura termo-reflectante Thermodry. Imagen captada a las 16h. Diferencia de temperatura superficial entre zona con pintura Thermodry y zona sin tratar de 27 grados.

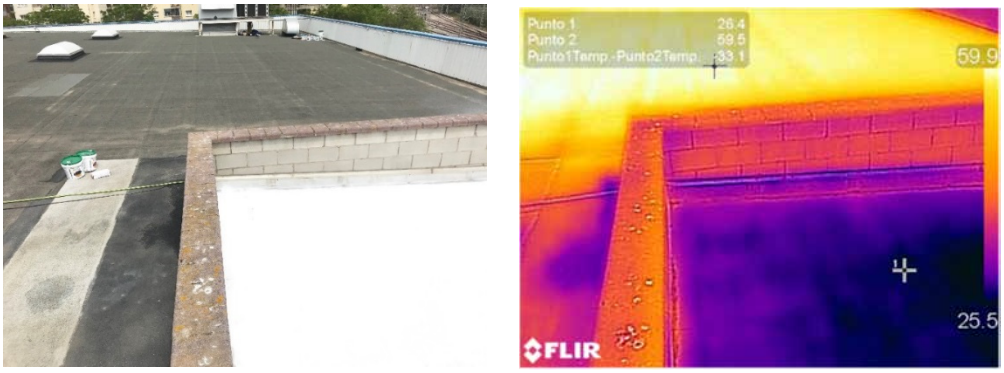




Figuras 3 y 4. Imagen de cubierta metálica tratada y medición con cámara termográfica, realizada a las 12h. Reducción de temperatura superficial de 21,8 grados, respecto a una zona de la cubierta no tratada.



Figuras 5, 6 y 7. Imágenes termográficas captadas a las 11h de la cubierta de chapa metálica tratada y no tratada. Diferencia de temperatura superficial de 23,2 grados. En la derecha vemos el acabado de la cubierta tratada.



Figuras 8 y 9. Imagen de la cubierta de tela asfáltica, zona pintada y zona sin tratar. Comparada con la medición con cámara termográfica que muestra una reducción de temperatura de 33'1ºC.

MATERIAL Y MÉTODOS

La pintura termo-reflectante utilizada en el proyecto fue *Surfapaint Thermodry Elastomeric Roof*, del fabricante de mezclas químicas basadas en Nanotecnología NANOPHOS SA.

Dicha pintura se engloba dentro de la tecnología COOL ROOF, que consiste en transformar las cubiertas tratadas en termo-reflectantes, reduciendo notablemente su temperatura superficial. De esta manera, se consigue bloquear la transferencia de calor hacia el interior y mantener las cubiertas de las construcciones más frías mediante la alta reflectividad y emisividad. El objetivo es bloquear la radiación infrarroja del sol para reducir la transferencia térmica hacia el interior. Además, por sus propiedades impermeabilizantes se consigue eliminar la penetración de la humedad, por lo que se reduce el flujo térmico, aumentando la resistencia térmica.

El EUROPEAN COOL ROOF COUNCIL es una asociación sin ánimo de lucro que se fundó en 2011, con la finalidad de desarrollar el conocimiento científico e investigación en relación con la tecnología COOL ROOF. Promocionando en consecuencia el estudio y uso de productos y materiales 'cool roof' en Europa, incluyendo un programa de valoración de dichos productos para certificar sus propiedades y características de forma objetiva e independiente al fabricante. Dichas valoraciones se pueden consultar en el registro de productos de su página web.

La aplicación de la pintura termo-reflectante en cubiertas se acostumbra a realizar mediante maquinaria y pistolas AIRLESS. De esta manera se consigue un pulverizado muy fino que da un acabado uniforme que cubre perfectamente toda la superficie tratada. También se trata de una metodología con una alta productividad que reduce el coste de mano de obra notablemente en comparación con otros métodos manuales (por ejemplo, con rodillo).

Estas son las propiedades de la pintura utilizada, según la certificación en el registro de productos del European Cool Roof Council:

Emitancia Térmica 0,90

Es la proporción de radiación térmica absorbida por una superficie que es devuelta al entorno.

Reflectancia Solar 0,86

Es la fracción de radiación incidente reflejada por una superficie.

Índice de reflectancia Solar 108

Es un valor que incorpora la reflectancia y la emitancia. Según LEED sería aceptable a partir de 78.

CONCLUSIONES

1. Se captaron diversas imágenes con cámara termográfica sobre la superficie de la cubierta para cuantificar la reducción de temperatura superficial y el consiguiente bloqueo de la transferencia de calor hacia el interior.
2. La diferencia de temperatura entre la superficie no aplicada y la tratada con la pintura térmica, presenta una media de reducción del 50% de la temperatura exterior de la cubierta metálica, por lo que la transferencia térmica hacia el interior se ve reducida notablemente.
3. Además de la reducción de la transmitancia térmica demostrada, con la aplicación de pintura termo-reflectante, que también posee propiedades impermeabilizantes, conseguimos mejorar la vida útil de la cubierta porque estará expuesta a menores diferencias de temperatura y a los ataques de la humedad y microorganismos. Facilitando también las tareas de mantenimiento periódico.

Las aplicaciones de la pintura termo-reflectante son muy diversas; en cubiertas de obra o bituminosas de edificios, cubiertas metálicas de naves industriales, de cerámica, etc.

Aplicada a un edificio por el exterior, en épocas de calor su estructura se calentará menos, disminuyendo así la cantidad de energía necesaria para enfriar su interior. En estaciones frías, se bloqueará la fuga del calor del interior, disminuyendo así la cantidad de energía necesaria para calentarlo.

Gracias a la Nanotecnología, se obtiene un producto único que también tiene propiedades hidrofugantes, debido a las nanopartículas de Dióxido de Silicio, que tienen una gran capacidad para permitir que la superficie transpire y se mantenga seca. De esta manera, se minimiza la condensación de la humedad y la creación de moho. Esta característica resulta muy importante para reducir la conductividad térmica de una superficie, puesto que, a menor humedad menor flujo térmico.

En el presente y futuro de la rehabilitación edificatoria para mejorar la eficiencia energética, tomarán protagonismo los recubrimientos como la pintura termo-reflectante, con propiedades funcionales, proporcionando una importante reducción del coste económico en climatización y una mejora del confort térmico.

La facilidad y rapidez de aplicación, sumadas al coste del producto, todo amortizable en unos 3 años, hacen de esta tecnología una buena alternativa para mejorar la envolvente térmica del obsoleto parque edificatorio en España.

RECONOCIMIENTOS

A NANOPHOS como fabricante griego de productos químicos para la construcción basados en Nanotecnología. A Xavier Enríquez como socio cofundador de NANOAVANT. Han colaborado en el desarrollo técnico y comercial de las aplicaciones objeto del presente proyecto.

CONSTRUCCIÓN CON PANELES ESTRUCTURALES DE MADERA Y FIBRA VEGETAL COMPACTADA

Jose Veiga García, Director Gerente, EcoPaja Bioconstrucción Modular

Resumen: La construcción tradicional y sus materiales contaminantes no son una opción viable para el planeta. La construcción 'tradicional' es una de las industrias que más impacto genera en el medioambiente. A esto hay que sumar el altísimo consumo energético que precisan (se estima que demanda un 40% de la energía de un país, produce un 25% de las emisiones de CO2, genera un 50% de los residuos sólidos y contamina el aire en un 30%). Del mismo modo, un aislamiento inadecuado es responsable de gran parte del consumo energético demandado por los edificios (el 75% de las emisiones de CO2 que producen las ciudades se debe al mal aislamiento de los edificios y las necesidades que esto implica). Se necesitan nuevas viviendas pasivas y una renovación a gran escala para reducir estas emisiones. Debemos construir con materiales que no supongan un lastre para el resultado final de la edificación. Su ciclo de vida, su huella ecológica o el CO2 que lleva impreso debe ser un factor determinante a la hora de seleccionarlos. El gran desafío es impulsar el desarrollo de materiales y sistemas constructivos totalmente renovables y que ahonden en la resiliencia necesaria para el mantenimiento de la vida y del sector. Entre esos materiales, la madera como elemento constructivo ha sido la alternativa más utilizada. Ahora bien, hay otros como la paja cuyas características de aislamiento aportan valores sobresalientes y complementan a la madera. Sin embargo, esta fibra vegetal aún debe posicionarse y darse a conocer a gran escala. Y no solo es una opción viable por su óptimo rendimiento aislador y acústico, sino por su disponibilidad y contribución a la economía circular que la UE exige impulsar a los estados. 1.000 edificios se construyen en paja cada año en Europa. El objetivo para este crecimiento es de 5,000 por año en 2020 y 50.000 por año en 2030 (previsiones de Up Straw).

Palabras clave: Vivienda Industrializada, Materiales Naturales, Construcción Carbono Negativo, Edificación Pasiva, Panel Prefabricado Certificado, Aislamiento Fibra Vegetal, Estructura de Madera

DE LA EDIFICACIÓN DE CONSUMO ENERGÍA CASI NULO A LA CONSTRUCCIÓN CARBONO NEGATIVO

La Unión Europea está decidida a reducir el impacto medioambiental de la construcción y el mantenimiento de los edificios, ya que estima que el 40% de su energía consumida y el 36% de sus emisiones de gas efecto invernadero corresponden a este ámbito. Para reducir dichas emisiones (hasta un 20% desde 1990) y fomentar la utilización de energías renovables, entre otras medidas, la Directiva Europea 2010/31/UE introduce la definición de edificio de consumo de energía casi nulo o NZEB (Nearly Zero Energy Building), y pide su implementación a las instalaciones públicas el 31 de diciembre de 2018, mientras que se alarga hasta la misma fecha de 2020 para los edificios privados. La característica principal de los edificios de bajo consumo es que su energía demandada debe ser igual a su energía generada. Es decir, que logre producir la misma energía o más de la que va a consumir a lo largo de todo un año. Además, es necesario que la energía producida lo sea in situ o en el entorno más cercano, y mediante energías renovables.

Tal y como explica en su web la empresa argentina Henia (www.henia.ar) , la construcción 'carbono neutral' o 'cero emisiones' es la que usa materiales que no demandaron emisión de dióxido de carbono (CO2) durante el proceso de su fabricación, por lo que no dejan un impacto negativo en el medio ambiente. La Construcción 'Carbono Negativo' utiliza materiales que no sólo no demandaron emisión de CO2 durante su fabricación, sino que lo absorbieron durante su ciclo de vida.

La paja de cereal, al ser un material residual de las cosechas, si no es reutilizado se quema por toneladas de dos maneras: literalmente con fuego o metabólicamente, incorporándola al suelo; ambos métodos emiten CO2 durante su proceso. La Construcción Carbono Negativo consiste en el uso de este material renovable y de deshecho, contribuyendo a evitar importantes emisiones de CO2 a la atmósfera, uno de los principales causantes del calentamiento global. De esta forma, en el medioambiente la huella es mínima: no hay emisión de CO2, por el contrario, hay absorción ya que el dióxido de carbono queda retenido en la paja. Además, la cantidad de energía que se necesita para producir un metro cúbico de fardo es 70 veces menor que la utilizada para producir la misma cantidad de lana mineral, el aislante por excelencia en la construcción tradicional.

Madera como elemento estructural y fibra vegetal como aislamiento

La madera, el material constructivo del siglo XXI

Son muchas las razones esgrimidas para recurrir a madera procedente de bosques sostenibles: es un material renovable, puede reutilizarse, reciclarse y con su uso contrarrestamos el efecto invernadero. Además, los bosques donde la producimos mejoran el clima, la biodiversidad e incluso la temperatura. Como elemento constructivo tiene buenas propiedades acústicas y aislantes, y "puede ayudar a reducir el estrés". Al menos, así lo afirman en Moelven, la empresa responsable de la instalación de la estructura de madera de Mjøstårnet. Esta compañía, con más de 120 años de vida, acaba de marcar su segundo récord mundial, puesto que el primero fue The Tree, que en diciembre de 2015 se convirtió en el mayor rascacielos del mundo, con 14 niveles y 51 metros. En España hay algún proyecto en estudio que trata de escalar hasta las nueve plantas, de momento el más elevado tiene siete alturas, es del estudio de arquitectura Ábaton y está en Madrid. Aunque si hay un proyecto ambicioso es la promoción con 65 viviendas protegidas y cinco alturas en Hondarribia-Fuenterrabía, la más grande construida en madera en España y el suroeste europeo, que se finalizó el pasado año. En solo tres meses se ejecutaron los cerramientos, estructura y cubierta.

Al margen de la altura, lo cierto es que el cambio climático y los acuerdos internacionales sobre el clima están potenciando el uso de materiales respetuosos con el medio ambiente. Y la madera tendrá un papel muy importante en los próximos años, cuando todos los edificios de obra nueva tengan que ser de consumo energético casi nulo (a partir de enero de 2021), y cuando se empiecen a fiscalizar las emisiones.

El principal valor añadido es que hacemos edificios pasivos o de consumo energético casi nulo, y que la madera nos aporta una reducción importante de las emisiones de CO_2, aparte de la facilidad de manipulación y mecanización para poder industrializar en un grado muy alto, el menor peso, la construcción en seco, la ecología, la salud…

Una vez construido el edificio, la madera contribuye al ahorro de energía por sus cualidades como aislante térmico. Se considera que una pared de madera aísla 15 veces más que un muro de hormigón. Al final, se puede ahorrar hasta un 90% de energía respecto a un edificio convencional. Ahora bien, muy al contrario de lo que puede parecer, el coste de construcción con madera es más caro que con hormigón, pero los ahorros energéticos consiguen amortizar la inversión en un plazo de ocho a diez años. Además, de la inversión que supone en la salud de los habitantes de este tipo de viviendas, puesto que la madera no aporta elementos tóxicos a la construcción.

Los países nórdicos lideran este mercado, con el 98% de las viviendas realizadas con estructura de madera. En Alemania son cerca del 40% y en EE UU y Canadá rondan el 80%. España está a la cola, con una cuota del 2%. Datos que dibujan un mercado con todo el trabajo por hacer, pero también lleno de oportunidades.

La fibra vegetal, aislante natural de origen biológico

En este caso hablamos de la paja como material de construcción. Se denomina paja a los tallos largos y huecos que constituyen un residuo de la agricultura de cereales como trigo, cebada, avena o arroz. Se trata de un material de construcción altamente sostenible y muy abundante.

Con la aparición de los edificios de consumo casi nulo, los estándares de eficiencia energética como PassivHouse y demás exigencias de eficiencia energética (derivadas en muchos casos de medidas europeas), las principales marcas comerciales de aislamiento térmico ven un prometedor nicho de mercado al alza, ya que precisamente se trata de uno de los materiales más costosos en construcción. La paja puede es uno de los materiales que actualmente se están potenciando.

Podemos utilizar la paja para construir muros, suelos y cubiertas, todo depende del sistema constructivo aplicado. Su durabilidad puede verificarse en proyectos ejecutados por todo el mundo, por ejemplo, en Estados Unidos una de las edificaciones más antiguas construida mediante paja tiene cerca de 100 años. Entre sus bondades más destacadas se encuentran la rapidez de ejecución, la facilidad y sencillez de manipulación, un excelente comportamiento térmico y acústico, siendo un material transpirable, regulador de la humedad ambiente y, además, funciona muy bien con revestimientos de arcilla y cal.

Sus características técnicas comprobadas abalan el cumplimiento del CTE, alcanzando incluso estándares exigidos por el Passivhaus Institut. De hecho, el aislamiento de una bala de paja de unos 38 cm de espesor (medida estándar) es equivalente a:

- 18cm de poliuretano

- 25cm de lana de vidrio o roca
- 30cm de poliestireno expandido
- 75cm de madera ligera
- 100 cm de termo arcilla
- 140cm de madera pesada
- 660cm (6,6m) de bloques de hormigón
- 1080cm (10,8m) de hormigón

Referencias, ejemplos y estudios internacionales

Existen multitud de referencias a nivel internacional de construcciones utilizando este tipo de materiales. En los últimos años, la construcción con madera + fibra vegetal, ha tenido un desarrollo importante en países de Europa como Francia, Alemania, Austria y el Reino Unido. Y se han llevado a cabo importantes investigaciones para probar la viabilidad del material como elemento constructivo. Ejemplos recientes

- Francia, en el año 2011 la AQC, Agence Qualité Construction, aprobó las Reglas Profesionales de Construcción con Paja.
- Reino unido se llevó a cabo un extenso estudio del material mediante el proyecto de investigación europeo, EuroCell, financiado por EACI/EASME (Executive Agency for Small and Medium Size Enterprises) de la Comisión Europea. Liderado por el profesor Pete Walker de la Universidad de Bath, después de 4 años de ensayos ensayando los paneles ModCell. El trabajo de investigación confirmó que ModCell cumple con los estándares requeridos en la construcción convencional.
- ESBA european Straw building Association promueve, investiga y forma a profesionales para la expansión y construcción de este tipo de materiales
- Up Straw. El principal objetivo del proyecto es aumentar el uso de la paja en el sector de la construcción, para edificios nuevos y para la modernización de edificios antiguos. También permitirá la construcción de 5 edificios emblemáticos en paja (públicos y privados, renovación y construcción), abiertos al público en general y / o profesionales. El presupuesto total es de 6,3 millones. La Unión Europea financia el proyecto al 60%

A nivel estatal se construye principalmente edificación residencial, proyectos privados, de viviendas unifamiliares de hasta 3 alturas, pabellones relacionados con la explotación agrícola o ganadera… aunque se han ejecutado proyectos para administración de momento son los menos.

PROPUESTA DE PANELES INDUSTRIALIZADOS ECOPAJA CON TRIPLE FUNCIÓN; ESTRUCTURA, AISLAMIENTO Y CERRAMIENTO

EcoPaja Bioconstruccion Modular nace en 2013 para aportar su enfoque técnico encaminada a la estandarización de la construcción con paja. Después de diferentes pruebas se desarrolla y lanza al mercado el primer prototipo de Módulos EcoPaja que se muestra con la ejecución de la primera vivienda del estado con este tipo de construcción modular, una vivienda y pabellón agrícola de 200 m en Zamudio Vizkaia.

Los “módulos EcoPaja“ constituyen un sistema constructivo de gran formato para la construcción a base de madera maciza como elemento estructural y paja de trigo compactada como elemento aislante; con propiedades especialmente térmicas, acústicas y bioclimáticas.

Inicialmente se desarrolló para su utilización como cerramiento de fachada y muro de carga, Al estar compuesto exclusivamente por materiales naturales, es demandado por arquitectos y promotores con responsabilidad medioambiental, con el fin de diseñar/crear espacios habitables, confortables y más saludables, de gran calidad y durabilidad.

A nivel ecológico, la huella es mínima. Se considera dentro del grupo de Construcción de Carbono Negativo, ya que los materiales no demandan emisiones de CO_2 durante su fabricación y por el contrario absorben dióxido de carbono durante su ciclo de vida, quedando retenido en la paja y la madera.

En su fabricación se utiliza exclusivamente paja de trigo con una humedad <15 % y se le somete a una compactación de 4 Tn consiguiendo densidades homogéneas de entre 150 y 185 kg/m³.

La paja está libre de nutrientes en tu tallo; esto, unido a la compactación y una humedad controlada, forman un ambiente no propicio para la formación de hongos y bacterias, y tampoco resulta atractivo para roedores y demás insectos y parásitos.

Para su producción hemos desarrollado una línea de fabricación semi-industrializada que asegura un ensamblaje estructural óptimo, con una mínima variación dimensional y una compactación controlada, consiguiendo, de esta manera, un producto estandarizado y homogéneo.

Gracias a su triple función de estructura, cerramiento y super-aislamiento, está orientado a la ejecución de construcciones altamente eficientes energéticamente. Ofrece muy buenas propiedades aislantes (conductividades desde λ = 0.048 a 0.068 W/m.K, consiguiendo valores propios para la Edificación de Consumo Casi Nulo (nZEB) y el exigente estándar aleman Passivhaus.

Además, la paja, al igual que otros materiales de origen vegetal como la madera, también cuenta con propiedades relacionadas con la inercia térmica, que crean un efecto de amortiguamiento de las temperaturas interiores. Esta característica es especialmente interesante en condiciones de verano, con temperaturas exteriores altas, sobre todo en superficies donde la radiación solar incide directamente.



Figura 1. Características técnicas certificadas laboratorios ENAC.

"Desde nuestro inicio hemos asumido el proceso de certificación y acreditación de producto como un reto, realizando ensayos y pruebas en diferentes laboratorios de materiales de construcción, carga de fuego, acústica, térmica… con el objetivo de estandarizar el producto y ser capaces de ofertar un sistema constructivo, con unas garantías de calidad acreditadas por organismos oficiales independientes".

Los paneles cuentan con características técnicas acreditadas por laboratorios avalados por la Entidad Nacional de Acreditación ENAC, Tecnalia, Ensatec, Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco; consiguiendo certificación de resistencia al fuego (clasificación REI 120, duración de la prueba 150 min), resistencia a la carga horizontal (43 tn), resistencia a carga vertical (32 tn), aislamiento acústico al ruido aéreo (49 (0;-1 dB)), así como las propiedades aislantes mencionadas (λ = desde 0.048 hasta 0,068 W/m.K).

Desde nuestros inicios hemos perfeccionado el diseño y sistema productivo acumulando una amplia experiencia que nos permite actualmente ofrecer diferentes formatos de panelado para diferentes climatologías, usos, volúmenes constructivos y tipologías edificatorias. Se realiza el estudio específico de la difusión de vapor para cada ubicación y acabado seleccionado

En el caso del entramado EcoPaja de 24cm de espesor, se pueden prefabricar piezas en taller según proyecto, con posibilidad de fabricar tramos de fachada de hasta 2,45m de altura y 5,00m de largo.

Para el panel cubierta EcoPaja de 24 cm de espesor disponemos de longitudes de hasta 12 m x 2,34 m ancho aproximadamente.

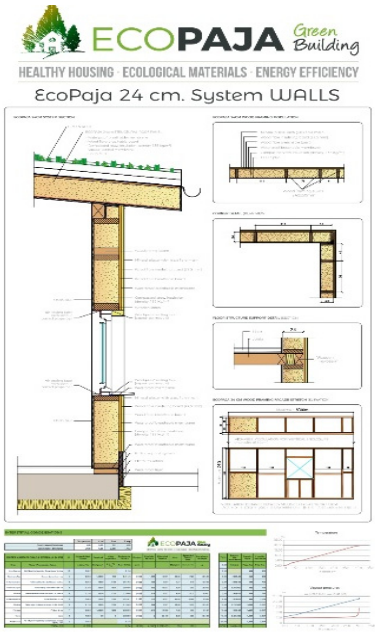


Figura 2. EcoPaja System Walls.

Este sistema, es muy abierto a la difusión de vapor de agua, por lo que regula de forma óptima el paso de humedad a través del cerramiento y evita que se produzcan condensaciones. Por este motivo, es importante que los morteros, posibles revestimientos y pinturas sean libres de cemento y de componentes químicos para no alterar estas propiedades y sean compatibles; siendo los revestimientos de cal y arcillas muy apropiados, ya que se crean ambientes interiores muy sanos y agradables ayudando a mantener el aire limpio y regulando la humedad ambiental, gracias al empleo de materiales abiertos a la difusión de vapor, higroscópicos y libres de COVs (Compuestos Orgánicos Volátiles).

Caso práctico- vivienda unifamiliar en Dima Vizcaya

La vivienda unifamiliar aislada se diseña en base a los gustos y necesidades descritos por promotores; zonas comunes amplias y luminosas, abiertas al exterior, vistas a la montaña, aprovechamiento general de parcela, simplicidad en las formas, incorporación de elementos de la arquitectura tradicional del País Vasco. Y se proyecta condicionada a 3 conceptos:

1. Arquitectura biopasiva, orientación de la parcela, estudio del soleamiento, regulación natural de la humedad y temperaturas de los ambientes
2. Máxima eficiencia energética, eliminación de puentes térmicos, trabajando la hermeticidad en carpinterías poniendo especial atención en los encuentros constructivos.
3. Materiales naturales, no tóxicos, de cercanía y sostenibles, con la mínima hueca ambiental en cuanto a su extracción y transformación, materiales de construcción carbono negativo

Pasos a destacar

- Geobiología: Antes de determinar la ubicación concreta de cada estancia, con la familia presente, solicitamos la ayuda y amplia experiencia de Kepa experto Geobiólogo y Radiestesista que acude con su amalgama de varillas, estacas, péndulos y elementos de medición, se estudia el terreno y prestamos especial atención a las zonas de descanso, camas, sofás y asignamos cada estancia para cada miembro de la familia.
- El proyecto arquitectónico: Se proyecta un edificio con uso principalmente en planta baja, con una estancia principal diáfana y espaciosa que invita a compartir la vida familiar en torno cocina-living room; con ayuda de grandes aberturas se consigue entrada de luz natural k a su vez permiten la comunicación fluida con el exterior. Las zonas privadas de descanso se mantienen retiradas al interior.
- Movimiento de tierras y cimentación: Lo primero que se ejecuta son las escolleras de retención de tierras. Se elige el sistema de colocación en seco con bolos de piedra caliza de tamaño de ½ a 1 m3, es un trabajo meticuloso que requiere mano de obra experta para seleccionar y posicionar cada bolo según el encaje con el anterior. La cimentación se realiza por medio de pozos de cimentación ciclópeo de los que arrancan pilares puntuales de altura variable que se elevan hasta la cota que ofrecía menor volumen de desmonte y relleno de tierra. Se rellena y compacta con tierras propias que elevan una plataforma. En este punto se coloca la primera barrera contra la posible humedad por ascensión capilar y eliminación de puente térmico que supone la losa en contacto con el terreno, XPS con fluencia para cargas de 50 años de duración, después se ejecuta una losa bidireccional aligerada con apoyo en vigas riostras perimetrales y transversales.



Figura 3. Montaje Paneles Industrializados Ecopaja.

- Sistema modular industrializado: Los Paneles prefabricados EcoPaja/ Mientras en parcela se va ejecutando la cimentación, en taller se fabrican los paneles prefabricados según despiece y numeración deprendido de modelo 3D. El proceso de fabricación se realiza en las instalaciones de EcoPaja ubicadas en el polígono industrial de Jundiz, Vitoria-Gasteiz. Se desarrolló una línea de producción semi-industrializada que garantiza unos estándares de calidad y homogenización de producto. De forma controlada se van armando las estructuras de madera en tres dimensiones, con una precisión dimensional optima de +-1mm/u., y se introduce la fibra vegetal insertándola a una presión media de 4 a 6 TN consiguiendo densidades de entre 140 y 185 Kg/m3, dependiendo de formatos: modulo estándar vertical u horizontal, módulo poste de unión en esquina, módulo dintel, hastial, etc.
- Montaje en obra: Una vez fabricados, marcados según plano 3D y fletados todos los paneles ya estamos preparados para acudir de nuevo a obra. El trabajo duro ya está hecho en fabrica, en obra solo queda disfrutar, de lo rápido que crece la vivienda y ver cómo van encajando todas las piezas como si de un lego se tratase. El montaje de los paneles, forjados y cubierta se desarrolla en el transcurso de 7 días, en Agosto 2017.

- La Cubierta: Para la estructura de cubierta se han seleccionado vigas laminadas de madera por la longitud de las luces entre vanos y por su estabilidad dimensional ante dilataciones y contracciones. Le aportan un aspecto cálido, natural y rustico propio de la tipología edificatoria de la zona. Se han trabajado en taller los encuentros constructivos con uniones en cola de milano que facilitan y agilizan enormemente el montaje en obra. El paquete de cubierta se conforma por tarima pino machihembrada, lamina de freno de vapor, aislamiento rígido fibra de madera de 14 cm, lamina impermeable transpirable, rastrel y contrarastrel de 3x4 cm en autoclave, teja mixta anclada mecánicamente a rastreles.



Figura 4. Terminación exterior vivienda Dima.

- Tabiquería interior y trasdosados: Tabiquería interior se realizó en seco mediante entramado ligero con montantes de madera aserrada de pino, tablero soporte de fibra de madera alta densidad. Se revisten con una mano de mortero de arcilla base más otra de mortero de arcilla fino. Esta composición permite dar continuidad y coherencia con la estructura de fachada y una industrialización y rapidez de montaje en obra. Para el revestimiento de los paneles EcoPaja se seleccionó un trasdosado interior en seco mediante tablero de fibro-yeso natural; logrando una simplicidad en las formas obteniendo el carácter de líneas rectas y minimalista deseado por
- Acabados, terminaciones: El revestimiento exterior se realiza mediante mortero de cal proyectado en dos capas. El revestimiento de los baños se realizó con plaqueta de gres convencional y a media altura se aplicó un estuco de cal con aspecto marmoleo semipulido, que aporta impermeabilidad, transpirabilidad y un acabado suave al tacto. Las pinturas interiores y exteriores van en base a cal y silicatos permitiendo transpirabilidad del conjunto.
- Carpinterías: De madera maciza, con contra-ventanas al interior, procedente de bosques autóctonos y gestionados sosteniblemente con la certificación PEFC.
- Iluminación: Para la iluminación de espacios se ha optado por utilizar luminarias led ocultas con foseados en falso techo creando una cómoda luz indirecta y focos empotrados direccionales en falso techo, ayudando a la reducción del consumo eléctrico.
- Bomba aerotérmica para ACS, calefacción y climatización: Se selecciona una bomba de calor para abastecer el agua caliente sanitaria (ACS) y el del suelo radiante. Resulta la opción más ventajosa en cuanto a comodidad y consumo. Es un sistema altamente eficiente, la más alta clasificación energética posible A++, ya que es capaz de transformar cada vatio que consume de energía eléctrica en 4 vatios de energía calorífica.
- Aire limpio: A la regulación natural de la humedad ambiental que ya ofrece el mortero de arcilla, le acompaña la mejora de la calidad del aire y la alta eficiencia energética que ofrece el recuperador de calor de doble flujo. Permite una renovación constante del aire viciado de las estancias cediendo parte de la energía contenida en el aire de extracción al de impulsión. Se consigue un ahorro de energía térmica tanto en invierno como en verano.

AGRADECIMIENTOS

Especialmente a todos los que han participado en algun momento en el arduo proceso de ensallos y pruebas de certificacion de producto y que con su ayuda y colobaracion an hecho posible nuestros pequeños logros.

REFERENCIAS

- http://henia.com.ar/
- http://www.strawbuilding.eu/up-straw-
- https://ec.europa.eu/environment/eco-innovation/projects/en/projects/eurocell#partners
- https://www.visuaestudio.com/la-paja-como-material-ecologico-alternativo-para-construir-edificios
- https://www.zeroconsulting.com/es/edificios/impactos-acv

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA INCIDENCIA DE UN MURO TROMBE PARA LA REDUCCIÓN DE DEMANDA DE ENERGÍA EN REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

Alejandro Cabeza Prieto, Arquitecto, AIC arquitectura e Ingeniera, Universidad de Valladolid
Julio González Quintas, Arquitecto, Domo2 Arquitectura y Urbanismo
Alberto Arias Horas, Arquitecto

Resumen: La intervención, fruto de la obtención del Primer Premio "Renove Manoteras", tiene como matriz ser un caso singular y de estudio, detonante de la transformación de la edificación del barrio dando solución a la problemática de pobreza energética y de déficit de accesibilidad. Además de la resolución de la accesibilidad y del estudio para la reducción de la transmitancia térmica de la envolvente, se proponen dos grandes actuaciones, la colocación de un gran muro captador tipo trombe, y la colocación de protecciones solares y mallorquinas, reinterpretación de las técnicas tradicionales bioclimáticas, siendo estas actuaciones matriz compositiva. La comunicación expone el proyecto, el proceso de simulación energética y la obra terminada.

Palabras clave: Rehabilitación Energética, Muro Trombe, Protección Solar, Eliminación de Barreras Arquitectónicas, Edificio Residencial, Renove Manoteras

INTRODUCCIÓN

El edificio, pertenece a una barrida típica madrileña, de construcción en una época en la que había una real y abundante necesidad de vivienda, Manoteras, concretamente en torno a los años 60 del siglo pasado.

La edificación, de una forma un tanto lógica, habría sufrido varias remodelaciones desde su construcción inicial, de la mano de los propietarios, especialmente en cuanto a la sustitución de carpinterías, la colocación de unidades exteriores de sistemas de climatización a base de bombas de calor, sustitución desafortunada de bajantes, actuaciones estas, que, sin duda, empeoraban la imagen de las edificaciones perdiendo el sentido de unidad, con el que inicialmente fue concebido el conjunto.

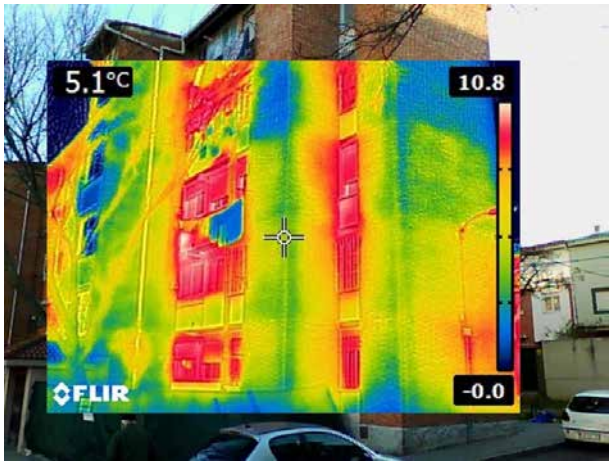


Figura 1. Termografía sobre fotografía antes de la intervención.

Además de lo expuesto, existía, y existe en el barrio un problema de pobreza energética, y un profundo déficit de accesibilidad en las edificaciones, de tal forma, que en el caso que nos ocupa, existía una persona atrapada en su propia casa, ya que no podía bajar los escalones que la separaban de la calle. En cuanto al tema energético, se pudo apreciar en diferentes imágenes termográficas (figura 01), que aún estando habitados los inmuebles, no se tenía una temperatura de confort en el interior de las viviendas, ya que, se aprecian colores verdes y azules en los cerramientos, los cuales tienen exactamente la misma transmitancia térmica que los cercanos, es decir, no se habían modificado añadiendo material aislante.

El edificio, de cinco alturas, de forma prismática y cubierta a dos aguas, se organiza simétricamente con un núcleo de acceso centrado en fachada, del que sobresale en planta baja un cuerpo de una única planta en el que se alberga el portal y desde el que se accede mediante una escalera de doble tramo a las viviendas, dos por planta, hasta un total de 10.

La primera planta está ligeramente sobreelevada (+1.00) con respecto a la cota de acceso a la que se llega mediante medio tramo de una escalera. La altura libre entre plantas es aproximadamente de 2.30m y la cotas al alero en la fachada delantera son de 13.00 m en el cuerpo de escalera, de 13,71 m en el cuerpo principal de la edificación y de 14,15 m en el cuerpo retranqueado; la diferencia entre la rasante de la fachada delantera y la posterior es de +0,55m, la cumbrera está situada a la cota +15.20 m.

Las fachadas, organizadas con alternancia de paños ciegos, ejecutados con fábrica de ladrillo cerámico con mortero de cemento, y huecos con ventanas con antepechos enfoscados ligeramente remetidos sobre el plano de fachada y cargaderos vistos.

El zócalo, desde la cara superior del forjado de planta baja hasta la rasante de la acera está enfoscado e incorpora una serie de rejillas de ventilación del forjado sanitario.

Como se indicaba, las carpinterías muestran multitud de soluciones en función de las obras acometidas por sus propietarios, ventanas de hojas simples, o dobles, abatibles, correderas, con persianas o sin ellas, con elementos de protección de diferente factura en función de la vivienda, con aspecto desigual. El hueco de escalera, abierto en su origen se ha cerrado con una carpintería corredera de aluminio de dos hojas.

Tanto en la fachada delantera como la posterior se ubican estructuras adosadas a ella para el tendido visto de la ropa, existen unidades de acondicionamiento de aire colocadas en fachada según las necesidades de los vecinos, y los cableados de telefonía e instalación de telecomunicaciones discurren vistos por la fachada.

DESCRIPCIÓN DE LAS SOLUCIONES ADOPTADAS

Como ganador del Primer Premio del Concurso convocado el proyecto persigue la solución más adecuada para la consecución de los objetivos de mejora energética del edifico y el cumplimiento de los ajustes necesarios de accesibilidad. Se pretende conseguir el mayor nivel de confort con el menor gasto de energía y de emisiones de CO2. Se pretende realizar los ajustes razonables de accesibilidad, que permitan el uso seguro y autónomo del edificio para las personas con movilidad reducida.



Figura 2. Fotomontajes de fase de concurso.

El diseño bioclimático en intervenciones en un edificio existente, siempre es más complicado que en un edificio de nueva planta, no obstante, las posibilidades que se pueden plantear son extensas, partiendo principalmente de la orientación del edificio (noreste – suroeste en las fachadas de mayor superficie). Las actuaciones proyectadas para la mejora de la eficiencia energética del edificio suponen la colocación de un revestimiento exterior de 8cm (6 cm. en la caja de escalera) que no supone a efectos de cómputos de edificabilidad e incremento de aprovechamiento la modificación de la alineación existente ni de la edificabilidad consolidada.

El proyecto, por tanto, contempla una serie de actuaciones, las cuales se resumen a continuación:

1. La mejora de las condiciones energéticas mediante la REHABILITACIÓN ENERGÉTICA de la envolvente.

- Mejora del aislamiento de fachada y eliminación de los puentes térmicos mediante Sistema SATE con placas EPS adheridas a los paramentos existentes.
- Aislamiento de cubierta y suelo de planta baja. La cubierta mediante la disposición de manta de lana de fibra de vidrio sobrepuesta sobre el forjado existente en los interespacios de tabiques palomeros. En forjado de planta baja mediante la colocación en su cara inferior de Poliestireno extruido. En ambos casos no supone modificación de la envolvente.
- Ejecución de elementos de control solar y elementos de protección en la fachada suroeste (marquesinas móviles para el sol de la tarde en verano y la ofrecida por las cajas de ocultación del aire acondicionado para el sol de mediodía)
- Ejecución muro TROMBE.
- Mejora en el aislamiento y reducción de infiltraciones en las cajas de persiana

2. La mejora de las condiciones de accesibilidad mediante la ADECUACIÓN DE ACCESIBILIDAD.

- Remodelación de la caja de escaleras para incorporar ascensor accesible.
- Incorporación de una rampa exterior para permitir el acceso al edifico salvando la altura de la cámara sanitaria.

3. Obras de CONSERVACIÓN EN LA ENVOLVENTE e instalaciones del edificio.

- Adaptación de la instalación eléctrica comunitaria mediante la renovación de la instalación común y la reubicación de los contadores.
- Colocación de unas celosías de ocultamiento de la ropa en los frentes de la caja de escalera.
- Colocación de unas celosías que permitan el ocultamiento de los equipos de aire acondicionado en bandas paralelas a los antepechos de las ventanas.
- Sustitución de la red vertical de pluviales y de la horizontal de fecales

Se expone a continuación, de una forma más extensa las relacionadas con la reducción de la demanda de energía:

Colocación de un muro Trombe

Se plantea la ejecución de un muro trombe en una de las zonas ciegas de la fachada suroeste. Esta solución consiste en la ejecución de una cámara acristalada de 180 mm de espesor adosada a la fachada existente. El funcionamiento en régimen de invierno es el siguiente: La radiación solar incide sobre la mencionada cámara, y por efecto invernadero, se caliente el aire interior. Se practican dos aberturas en el muro que la separa con el espacio a acondicionar, una en la parte superior, y otra en la parte inferior, de tal forma que el aire caliente entra por la rejilla superior al interior del espacio a calefactar; de esta forma se produce en el interior de la vivienda una sobre presión con respecto a la cámara, por lo que el aire frío, situado en las cotas inferiores (cercano al suelo) sale al interior de la cámara por la rejilla inferior.

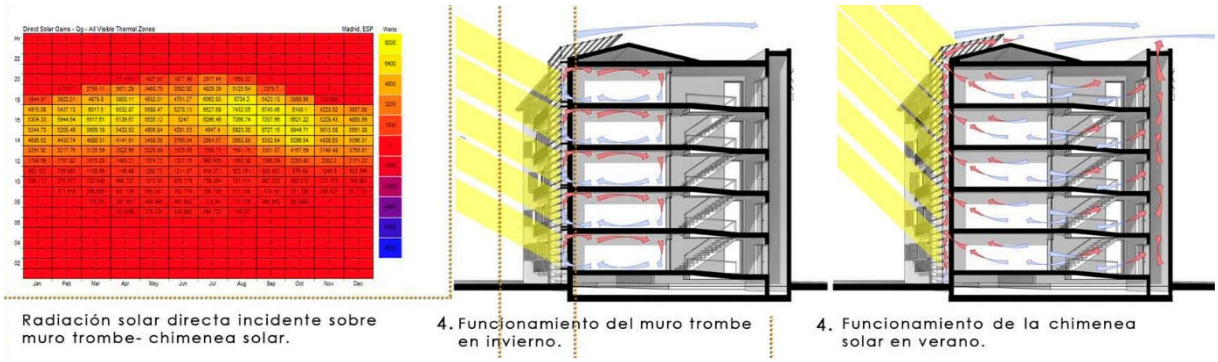


Figura 3. Estudio de radiación solar sobre muro trombe, y comportamiento en régimen de verano y de invierno.

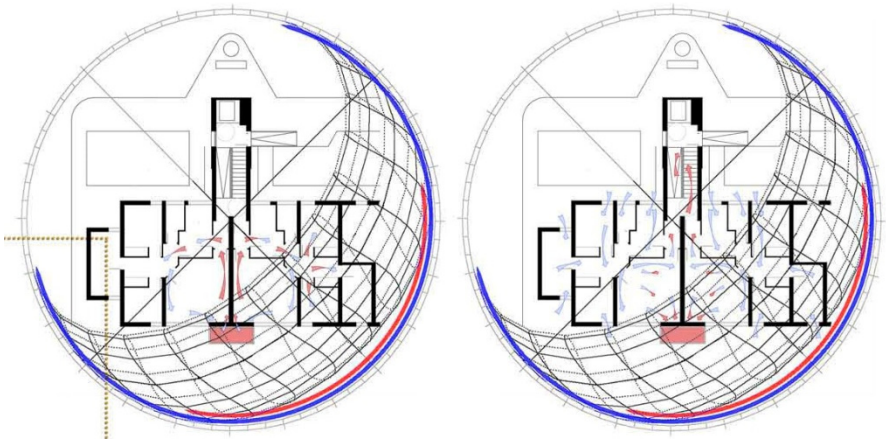


Figura 4. Orientación y recorridos solares en régimen de invierno y verano. Comportamiento del muro trombe.

Protecciones solares móviles

Para evitar, o minimizar al máximo el sobrecalentamiento interior por radiación sobre superficies acristaladas en verano, se plantea para la fachada suroeste (la orientación más difícil de proteger contra el sobrecalentamiento) un sistema de contraventanas, las cuales sombrearán completamente los huecos, a pesar de que el sol en el oeste, a últimas horas del día se encuentra en una posición baja, casi perpendicular a la mencionada orientación.

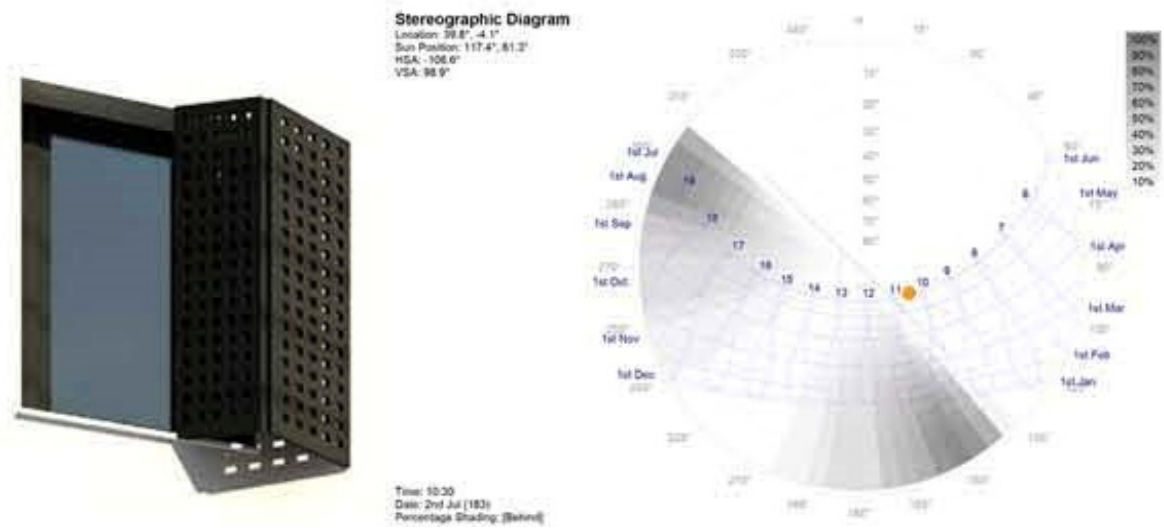


Figura 5. Estudio de protecciones solares sobre carta solar.

La solución adoptada es la formalización de unas contraventanas exteriores abatibles formadas por un bastidor de tubo de acero galvanizado en frío PDS 28. #50.50.35.3 en el que se fija una chapa de aluminio perforada estirada ITALFIM RB-45, acabado en lacado color gris antracita Ral. 7016, que se dispondrá en la posición para evitar la entrada de sol en meses sobrecalentados. Se busca que estas protecciones sean bastante opacas a la luz, pero que permitan la ventilación mediante perforaciones.

METODOLOGÍA - SIMULACIÓN DEL MURO TROMBE CON HULC

Durante la fase de concurso, y la posterior fase de redacción de proyecto, se pretende comprobar la incidencia que tiene el muro trombe, en la reducción de la demanda de energía calculada con HULC, herramienta de obligado uso en el momento en el que se realizan las siguientes simulaciones.

Para ello, se simula EXACTAMENTE la misma geometría en 3 situaciones diferentes, aunque bien es cierto, que el proyecto contempla una variación geométrica de la edificación, esta no se tiene en cuenta, para poder comprar los datos obtenidos por comparación, al realizar las mejoras de envolvente térmica, y en un segundo estadio, la colocación del muro trombe. En cuanto a este respecto, la simulación se realiza con HULC a través de la opción "capacidades adicionales de envuelta, de tal forma que no se modela directamente, sino, que se le asignan propiedades especiales.

De esta forma obtenemos los datos de demanda, tanto de refrigeración, como de calefacción de los 3 modelos energéticos, datos que se adjunta a continuación.

Por otro lado, y en un intento de búsqueda de entender cómo se estaba simulando el comportamiento real del edificio, se obtienen datos de forma manual de la herramienta HULC, a través de los archivos de cálculo, para estudiar el balance energético anual de calor de una de las viviendas de la última planta.

RESULTADOS DATOS OBTENIDOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las tres simulaciones energéticas son los siguientes:

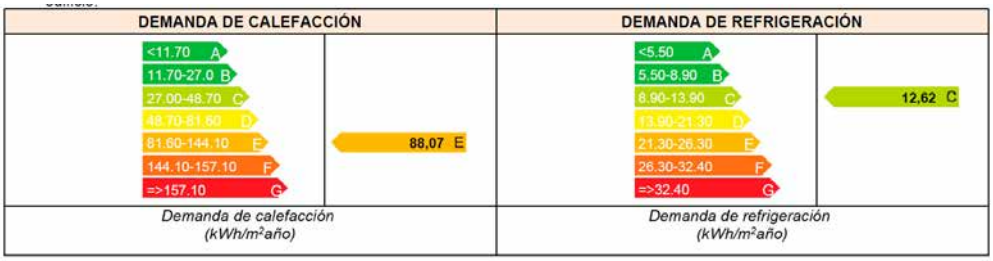


Figura 6. Demanda de energía estado actual.

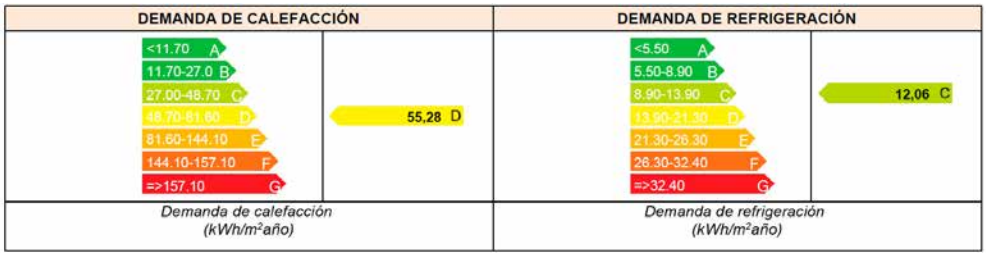


Figura 7. Demanda de energía rehabilitado sin muro trombe.

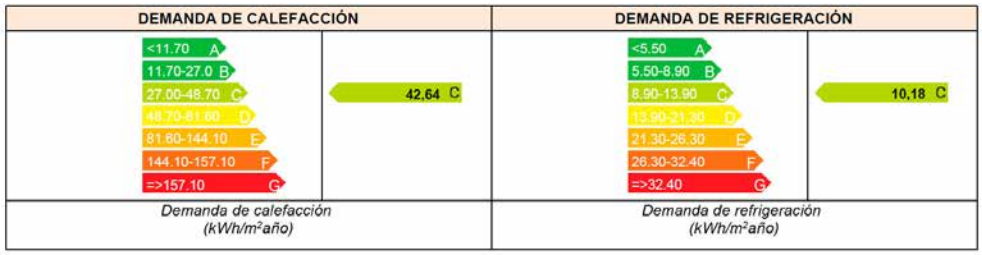


Figura 8. Demanda de energía rehabilitado con muro trombe.

A continuación, se muestra el resultado del estudio del balance energético de energía anual en régimen de invierno, para una de las dos viviendas de la última planta:

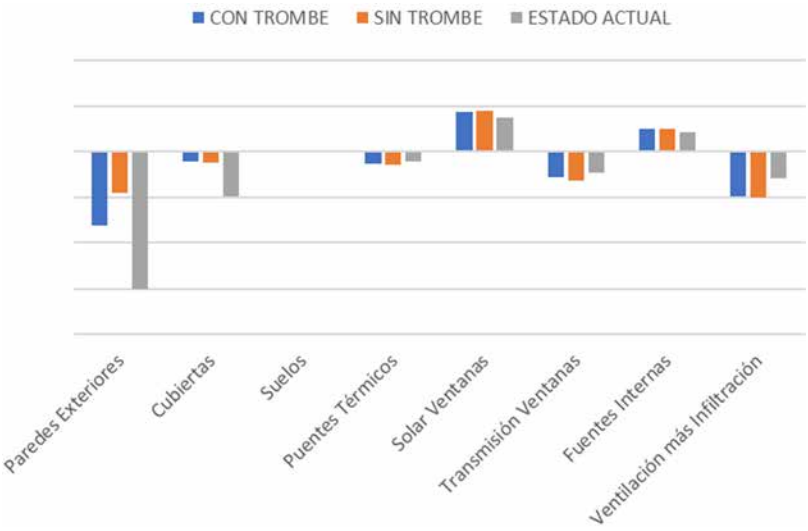


Figura 9. Comparativa tres simulaciones. Gráfico de balance energético en régimen de invierno simulado vivienda de la última planta.

Cabe destacar, que las simulaciones energéticas, y en especial mediante herramientas cohartadas en cuanto a la introducción y manipulación de datos, como es HULC, puede no asemejarse realmente a la realidad, siendo el objeto del presente estudio, la comparativa, y el estudio de la incidencia que tiene la simulación de un muro trombe en la reducción de la demanda de energía a través del software de simulación. Actualmente se están recogiendo datos de comportamiento real, tanto del cerramiento, como del propio muro trombe, para su posterior estudio y comparación con datos simulados.

CONCLUSIONES

Como punto de partida, se aprecia de forma inequívoca, que la colocación de un muro trombe no es suficiente, al menos de la morfología propuesta, para conseguir un edificio de consumo casi nulo, para lo cual sería imprescindible acometer una serie de medidas de un carácter mucho más global, y que tuviese por objeto, no solo la reducción de la demanda, como intervención en huecos, etc, sino incluso también en las instalaciones. En cuanto a la incidencia del estudio de la colocación de un muro trombe mediante a la herramienta de simulación energética HULC, se puede concluir, que la sola colocación del muro trombe tiene una incidencia muy importante en la reducción de la demanda de energía, y como conclusión secundaria, es que con la colocación del muro trombe, y según las simulaciones energéticas realizadas, se aumentan las pérdidas de calor por transmisión a través de la envolvente del edificio, tal y como se aprecia en la figura anterior, mientras que el resto de parámetros permanecen prácticamente invariantes.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos al Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, a la Comunidad de Madrid y al Ayuntamiento de Madrid, así como a la Fundación Annie Johansen, a todos los vecinos de la comunidad de propietarios Somontín 94, y en especial a Begoña por su entrega y dedicación para que el proyecto llegue a buen puerto, así como a la constructora Tapias Rueda.

PROFESIONALES CUALIFICADOS CON HABILIDADES BIM: PROYECTO EUROPEO H2020 BIMPLEMENT

María José Esparza Arbona, Técnica Dpto. internacional I+D+i, Instituto Valenciano de la Edificación
Miriam Navarro Escudero, Coordinadora Departamento internacional I+D+i, Instituto Valenciano de la Edificación
Begoña Serrano Lanzarote, Directora, Instituto Valenciano Edificación, Profesora, Universitat Politécnica de València

Resumen: En los últimos años, la Comisión Europea ha hecho una clara apuesta por la mejora de la cualificación de los agentes involucrados en el proceso de la edificación. En este marco, el proyecto H2020 BIMplement pretende aumentar la calidad en la construcción de nuevos edificios y en la rehabilitación de edificios existentes con enfoque EECN mediante la creación de programas de formación a gran escala, de desarrollo profesional continuo y programas de cualificación apoyados en BIM que aborden toda la cadena de valor con un enfoque multidisciplinar transversal. En este estadio inicial, la investigación se ha centrado en los requisitos de ventilación y estanquidad al aire, por considerarlos prioritarios desde un punto de vista energético. La metodología está siendo testeada y probada en más de 50 proyectos entre los que se encuentran diferentes centros de aprendizaje y pilotos experimentales localizados en España, Francia, Países Bajos, Polonia y Lituania.

Palabras clave: BIM, EECN, Formación, Cualificación, Habilidades, Competencias, Control de Calidad, Tecnología

INTRODUCCIÓN

Dado que aproximadamente el 75% del parque construido de la Unión Europea se considera ineficiente desde un punto de vista energético y el consumo de energía en edificios (residencial y terciario) es responsable de aproximadamente el 40% del consumo final de energía en la UE [1] la rehabilitación energética de los edificios representa una oportunidad a largo plazo para el sector de la construcción.

A pesar de ello, se considera que la industria de la construcción es relativamente ineficiente tanto en el proceso como en la prestación de servicios. Existe una brecha evidente entre el nivel “diseñado” de eficiencia energética y el nivel de eficiencia energética realmente “construido” que resulta de la obra final [2] debido, en muchas ocasiones, al bajo nivel de cualificación de los trabajadores implicados en la etapa de construcción. En general, el sector de la construcción adolece de una falta de trabajadores cualificados, carencia que se agrava si se tiene en cuenta que las rehabilitaciones energéticas requieren incluso de competencias y habilidades adicionales.

Según el Foro Económico Mundial, la productividad laboral en el sector de la construcción se ha estancado en los últimos 50 años [3]. Esto demuestra que la construcción y rehabilitación de edificios de consumo de energía casi nulo (EECN) necesita un enfoque holístico que ahonde en el control de calidad de todo el proceso.

La mejora del control de calidad solo puede lograrse con un equipo de trabajo completamente cualificado y competente, capaz de implementar, ejecutar y realizar todas las acciones necesarias con un entendimiento completo de la responsabilidad que conllevan sus acciones y de la coordinación con el resto de trabajadores junto con los que conforma una cadena de valor [4].

EL PROYECTO

BIMplement es un proyecto financiado por el programa Horizon 2020 de la Unión Europea, con una duración de 30 meses, en el que participan 9 socios de 5 países diferentes: Francia, Países Bajos, Lituania, Polonia y España que comenzó en septiembre de 2017. El objetivo principal es lograr mejorar la calidad en el proceso de construcción y rehabilitación de los edificios de consumo de energía casi cero (EECN) utilizando BIM como portador de información universal y facilitador del proceso de aprendizaje dentro de los proyectos y entre proyectos.

BIMplement establece una formación a gran escala, desarrollo profesional continuo y esquemas de cualificación perfeccionados a través de BIM, abordando toda la cadena de valor con un enfoque interdisciplinar y multidisciplinar a todos los niveles, fortalecido con herramientas de aprendizaje prácticas y utilizadas “in situ”. Estos esquemas de cualificación se aplican en dos requisitos diferentes: ventilación del edificio y estanquidad al aire y están siendo testeados y probados en más de 50 proyectos entre los que se encuentran diferentes centros de aprendizaje y pilotos experimentales localizados en España, Francia, Países Bajos, Polonia y Lituania.

Los objetivos cualitativos del proyecto BIMplement son los siguientes:

- Mejorar la calidad general de todo el proceso de construcción y rehabilitación, desde el diseño previo hasta la fase de construcción y mantenimiento.
- Crear una nueva generación de profesionales y operarios, cualificados para desarrollar proyectos EECN de alta calidad.
- Fomentar las interacciones entre los diferentes oficios y profesiones.
- Desarrollar una metodología de cualificación que integra habilidades y competencias tecnológicas relacionadas con BIM.
- Generar un repositorio de información, recursos didácticos y herramientas educacionales.
- Utilizar BIM como medio o portador de información que favorece el intercambio de datos entre las diferentes etapas del proyecto y las diferentes disciplinas.
- Desarrollar y validar una estrategia de replicación y explotación para sostener los esquemas de cualificación en el futuro una vez finalice el proyecto BIMplement.

METODOLOGÍA

La metodología establece las etapas necesarias para alcanzar los niveles requeridos por los edificios EECN a través de un control de calidad mejorado:

- Fase de desarrollo - Marco de cualificación (Qualification Framework, QF):

Para mejorar el control de calidad del proceso y alcanzar un nivel óptimo en edificios EECN, el proyecto BIMplement se centra en la cualificación del personal implicado y para ello ha desarrollado un "marco de cualificación" orientado a la calidad. El "marco de cualificación" propuesto es el resultado de un proceso integrador en el que se conectan las competencias, habilidades y conocimientos disponibles con el modelo BIM, las etapas de construcción y los agentes involucrados.

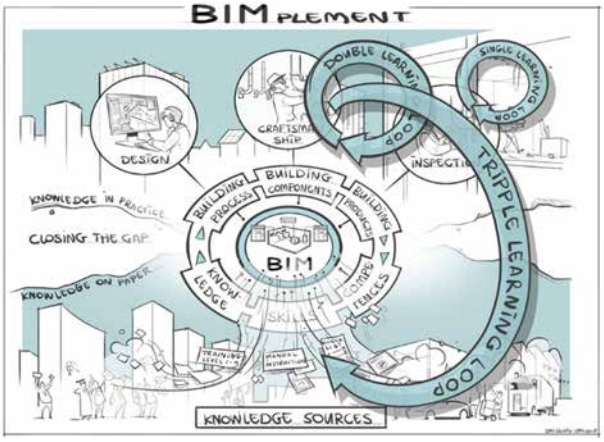


Figura 1. La metodología BIMplement es eliminar la brecha entre el conocimiento "en papel" y el conocimiento "práctico".

En la formulación de las Unidades de Resultados de Aprendizaje (Unit Learning Outcomes, ULO's) se ha partido de trabajos y proyectos previos (como el proyecto europeo H2020 ProfTrac) y se han tenido en cuenta los conocimientos sobre ventilación y estanquidad al aire, complementados con las habilidades y competencias necesarias para realizar un trabajo de alta calidad en un proyecto EECN que utiliza BIM. Al integrar BIM el marco de cualificaciones se adapta a las exigencias del mercado a medio y largo plazo.

Una "Unidad de Resultados de Aprendizaje" (Unit Learning Outcomes, ULO) forma parte de un sistema de cualificación y consiste en un conjunto coherente de conocimientos, habilidades y competencias (incluida la responsabilidad) que pueden evaluarse y validarse [5].

- Fase de implementación - Implementación del marco de cualificaciones en los requisitos de ventilación y estanquidad al aire

La metodología se dedica a la implementación de sistemas de ventilación y a garantizar la estanquidad al aire de los edificios. En cuanto a la ventilación, puede haber una tarea didáctica relacionada con el objeto o la tecnología BIM. Sin

embargo, la estanquidad al aire es un requisito más complejo de aplicar en los edificios, ya que se relaciona con casi todos los componentes de la envolvente, tanto transparentes como macizos, y los encuentros entre elementos. Por lo tanto, la hermeticidad al aire debe evaluarse de forma más integral con el objetivo de controlar las fugas de aire y las pérdidas de calor a través de la piel del edificio y de las uniones y juntas [4].

- Fase de validación-Pilotos y demostradores:

Para la verificación de la matriz y el marco de cualificación establecidos, la metodología será testeada y validada en un total de 50 proyectos de construcción y rehabilitación en Francia, Polonia, Lituania, países Bajos y España. Francia acometerá la mayor parte de ellos, unos 30-35 proyectos aproximadamente, que servirán de modelo o referencia al resto de países que llevarán a cabo 5 proyectos cada uno.

Cada país hará uso de la infraestructura de capacitación existente de una manera óptima y comenzarán con una campaña de concienciación local a pequeña escala sobre la necesidad del control de calidad y el papel de las nuevas metodologías para lograrlo, como BIM. En concreto, en España se han organizado varias acciones, entre ellas la celebración de una jornada de concienciación en mayo de 2018 en Valencia, dirigida especialmente a técnicos de la Administración, y varias reuniones con expertos en BIM cuya opinión y conocimiento ha sido de gran ayuda para establecer la estrategia a seguir en la Comunitat Valenciana.



Figura 2. Campaña de concienciación celebrada en la sede de la Generalitat Valenciana (Valencia, mayo 2018).

Para la experimentación de la metodología BIMplement y encontrar proyectos piloto que cumplieran con los criterios requeridos, IVE inició una ronda de contactos con promotoras y constructoras de la zona. Muchos de estos contactos provenían de la campaña de concienciación de Valencia citada anteriormente y, actualmente, ya se ha firmado la colaboración con algunos de ellos. La formación de sus empleados se realizará en el último trimestre del año.

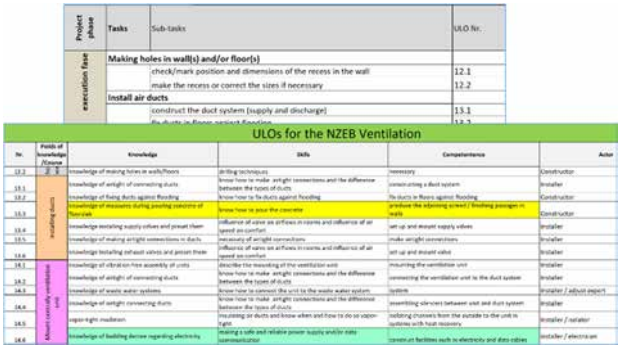
El Instituto Valenciano de la Edificación, en su misión de asesoramiento a la Generalitat Valenciana en el desarrollo de políticas, herramientas, etc. para la mejora de la calidad del entorno construido, ha creado diferentes herramientas de apoyo a los profesionales, tanto en la fase de diseño (técnicos facultativos) como en la fase de construcción (operarios). En línea con los objetivos del proyecto BIMplement se está trabajando en la actualización de las herramientas listadas a continuación para así trasladar la valiosa información que recogen a elementos BIM genéricos:

- Catálogo de elementos constructivos https://bit.ly/2GuY1zS
- Cartillas de obra https://bit.ly/2OkY73h
- POMEES: Programa de Operaciones de Mantenimiento https://bit.ly/2YqnkgE
- Pliego general de Condiciones Técnicas en la Edificación https://bit.ly/32V5dP8
- Base de Datos de Construcción https://bit.ly/2XyO4vQ

RESULTADOS

A continuación, se listan los principales logros y resultados que se esperan del proyecto BIMplement. Algunos de ellos ya se han alcanzado y otros están en proceso ya que el proyecto se encuentra en el mes 23 de un total de 30 meses de duración:

- Marco de cualificación mejorado con BIM materializado en una guía o manual que tendrá una versión a modo de herramienta informática. Esta guía contendrá instrucciones de cómo aplicar la metodología y el marco de cualificaciones en otros países y para otros requisitos más allá de la ventilación y la estanquidad al aire.
- Matriz de habilidades y profesiones: mapeado de las habilidades y competencias adicionales necesarias para optimizar la ventilación y estanquidad al aire de los EECN, vinculados a los perfiles profesionales involucrados en todas las fases del proyecto.
- Inventario de herramientas, contenidos didácticos y métodos de aprendizaje utilizables en BIMplement.
- Documento o guía dirigido a los "trainers" o profesionales encargados de transmitir los conocimientos y el valor añadido de la metodología BIMplement. Este documento incluye los contenidos citados anteriormente: marco de cualificación, matriz e inventario de contenidos y métodos de aprendizaje.
- Validación en 50 proyectos experimentales en 5 países europeos: Francia, Lituania, Polonia, Países Bajos y España.
- En torno a 1200 profesionales serán formados a razón de 1000 operarios y 200 técnicos facultativos.



Project phase	Tasks	Sub-tasks	ULO Nr.
execution fase	Making holes in wall(s) and/or floor(s)		
		check/mark position and dimensions of the recess in the wall	12.1
		make the recess or correct the sizes if necessary	12.2
	Install air ducts		
		construct the duct system (supply and discharge)	13.1
		fix ducts in floor against flooding	13.2

ULOs for the NZEB Ventilation

Nr.	Fields of knowledge /Course		Knowledge	Skills	Competentence	Actor
12.2			knowledge of making holes in walls/floors	drilling techniques	necessary	Constructor
13.1		installing ducts	knowledge of airtight of connecting ducts	know how to make airtight connections and the difference between the types of ducts	connecting a duct system	Installer
13.2			knowledge of fixing ducts against flooding	know how to fix ducts against flooding	fix ducts in floors against flooding	Constructor
13.3			knowledge of measures during pouring concrete of floor/slab	know how to pour the concrete	produce the adjoining screed / finishing passages in walls	Constructor
13.4			knowledge mentaling supply valves and preset them	influence of valve on airflows in rooms and influence of air speed on comfort	set up and mount supply valves	Installer
13.5			knowledge of making airtight connections in ducts	necessity of airtight connections	make airtight connections	Installer
13.6			knowledge installing exhaust valves and preset them	influence of valve on airflows in rooms and influence of air speed on comfort	set up and mount valve	Installer
14.1		Mount centrally ventilation unit	knowledge of vibration free assembly of units	describe the reasoning of the ventilation unit	mounting the ventilation unit	Installer
14.2			knowledge of airtight of connecting ducts	know how to make airtight connections and the difference between the types of ducts	connecting the ventilation unit to the duct system	Installer
14.3			knowledge of waste water systems	know how to connect the unit to the waste water system	system	Installer / advisit expert
14.4			knowledge of airtight connecting ducts	know how to make airtight connections and the difference between the types of ducts	assembling silencers between unit and duct system	Installer
14.5			vapor-tight mudroom	mounting or ducts and know when and how to do so vapor-tight	isolating crutches from the outside to the unit in systems with heat recovery	Installer / isolator
14.6			knowledge of building decree regarding electricity	making a safe and reliable power supply and/or data communication	connect facilities such as electricity and data cables	installer / electrician

Figura 3. Matriz de habilidades y profesiones.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En la metodología BIMplement se utiliza un enfoque estandarizado sistemático, por lo que las cualificaciones mapeadas resultan transparentes y comparables entre los estados miembros de la UE, lo que facilita su adaptación al contexto nacional y favorece la movilidad de los profesionales entre los países de la UE.

El marco de cualificaciones se conecta a BIM, que ya se vislumbra como una tecnología digital prometedora capaz de transformar la forma en que se diseñan, construyen y mantienen los edificios y las infraestructuras. BIM debe considerarse como una metodología estratégica y completa para aumentar la productividad de la construcción al ofrecer ahorros en los costes, una mejor gestión de la construcción y la explotación, una mayor calidad también ambiental y una mayor transparencia y colaboración entre los profesionales [6].

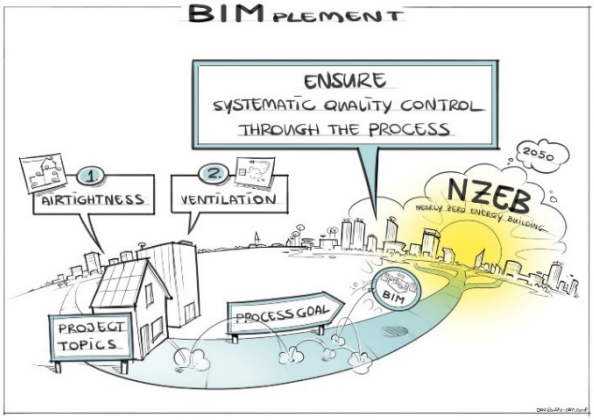


Figura 4. El objetivo último de BIMplement es mejorar el control de calidad utilizando BIM como medio.

AGRADECIMIENTOS

Sin la contribución de los siguientes investigadores, BIMplement no sería posible: Henri le Marois & Lucie Becdelievre (AVE, France), Myriam Olivier & Philippe Perreau (ASTUS, France), Peter op 't Veld & Ana Tisov (Huygen, the Netherlands), Jan Cromwijk & Jaap Kolk (ISSO, the Netherlands), Piotr Dymarski (Mostostal, Poland), Vaidotas Sarka (LSA, Lithuania), Mantas Jonauskis (RIVC, Lithuania), Veronika Schröpfer & Larissa di Rosso (ACE, Belgium).

REFERENCIAS

[1] European Comission, 2017, Good practice in energy efficiency: For a sustainable, safer and more competitive Europe, Directorate-General for energy, Brussels.
[2] de Wilde, P., 2014, The gap between predicted and measured energy performance of buildings: a framework of investigation, Automation in Construction Volume 41, pages 40-49.
[3] World Economic Forum, 2017, Shaping the Future of Construction: inspiring innovators redefine the industry.
[4] Tisov, A. et. al, 2018, volume 55, pág. 7-10, Rehva Journal: introduction to the H2020 BIMplement project.
[5] Cromwijk, J., 2019, Build Up portal: Development and Implementation of a BIM-enhanced Qualification Framework, EASME.
[6] Navarro, M., 2018, Build Up portal: Benefits of BIM and its level of adoption in European countries, EASME.

PROTAGONISMO DE LAS BOMBAS DE CALOR EN LOS EDIFICIOS DE CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO EN LÍNEA CON LAS POLÍTICAS DE DESCARBONIZACIÓN DE LA UE

Manuel Herrero, Adjunto a Dirección, Asociación de Fabricantes de Equipos de Climatización (AFEC)

Resumen: Las Bombas de Calor (BdC) ocupan un papel protagonista dentro de los planes de descarbonización y de utilización de energías limpias establecidos por la UE, y son diversas las referencias que se hacen a estos equipos en las Directivas relativas a la Eficiencia Energética y a las Energías Renovables, así como en diversos documentos publicados por la Comisión Europea, como es el de la Comunicación sobre la Estrategia de la UE relativa a la calefacción y la refrigeración.

Asimismo, su uso contribuye a la consecución de los objetivos establecidos en el Borrador del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 recientemente publicado por IDAE que, entre otras acciones, establece que los parques inmobiliarios deben transformarse en parques de alta eficiencia energética y descarbonizados antes de 2050, debiéndose facilitar la renovación de los edificios existentes en Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo (EECN) de una manera económicamente rentable. Dentro de este marco, se incluye un escenario objetivo en el que la aportación de Energía Renovable por las Bombas de Calor aumenta de los 650 ktep en el año 2018 a los 4.076 ktep en el 2030.

Partiendo de la base de que las prestaciones de las Bombas de Calor, su elevada eficiencia y el uso que hacen de energía procedente de fuentes renovables les sitúa entre las mejores alternativas para la climatización de los EECN, es necesario tener en cuenta algunos de los aspectos a la hora de acometer la implementación de los citados equipos en las instalaciones térmicas, tanto en la obra nueva como en la rehabilitación, con vistas a los EECN.

Palabras clave: Bomba de Calor, EECN, PNIEC, Rehabilitación

REFERENCIAS LEGISLATIVAS A LAS BOMBAS DE CALOR EN LOS PLANES DE DESCARBONIZACIÓN Y DE USO DE ENERGÍAS LIMPIAS

Comunicación de la Comisión relativa a la Calefacción y la Refrigeración

En este documento, publicado en febrero de 2016, se hace una visión de la situación energética de la calefacción y la refrigeración en Europa, que consumen la mitad de la energía de la UE, y de la que gran parte de esta energía se pierde. Por otro lado, establece unos objetivos de actuación para que las instalaciones térmicas sean más eficientes y sostenibles, con vistas a conseguir la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de la UE, según los compromisos alcanzados en la Conferencia de París sobre el clima (COP21).

El mismo señala que la Comisión Europea estudiará el apoyo a las autoridades locales a elaborar estrategias para pasar a sistemas de energía eficientes e hipocarbónicos basados en fuentes de energía renovables y el uso del calor residual, y que el análisis que se realice incluirá, entre otros sistemas, la electrificación de la calefacción mediante Bombas de Calor**.**

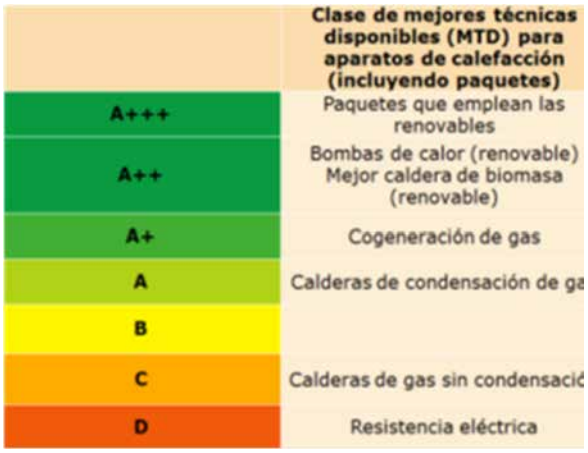


Figura 1. Clasificación de la eficiencia de los aparatos de calefacción.

En uno de sus apartados, en el citado documento se fomenta la sustitución de los sistemas de calefacción tradicionales por Bombas de Calor cuando se acometa la reforma de un edificio.

Todos estos aspectos corroboran la idoneidad los equipos BdC a la hora de alcanzar los requisitos de consumo energético establecidos para los EECN.

Directivas relativas a la Eficiencia Energética y al Uso de Energía Procedente de Fuentes Renovables

La **Directiva 2018/844,** por la que se modifican la Directiva 2010/31 relativa a la eficiencia energética de los edificios y la Directiva 2012/27 relativa a la eficiencia energética, así como la **Directiva 2018/2002**, por la que también se modifica la citada Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética, han supuesto un importante avance en lo que respecta a los requisitos de eficiencia energética, y de su desarrollo han derivado en diversos documentos en los que se contempla específicamente a las Bombas de Calor como elementos fundamentales para conseguir los objetivos de ahorro de energía establecidos.



Por otro lado, la Directiva 2018/2001 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, que sustituye a la Directiva 2009/28, igualmente incluye en su ámbito a las Bombas de Calor pero, entre otras novedades, establece una nueva definición del término energía procedente de fuentes renovables» o «energía renovable».

Esta energía renovable, definida como energía procedente de fuentes renovables no fósiles, incluye la energía geotérmica (la energía almacenada en forma de calor bajo la superficie de la tierra sólida;) y la energía ambiente (energía térmica presente de manera natural y la energía acumulada en un ambiente confinado, que puede almacenarse en el aire ambiente -excluido el aire de salida- o en las aguas superficiales o residuales). Este término establece una nueva dimensión en lo que al uso de las Bombas de Calor se refiere, y da píe a la consideración de la refrigeración de los espacios ocupados dentro del ámbito de las energías renovables.

Este aspecto supondrá el establecimiento de unos objetivos europeos de uso de energía renovable en modo refrigeración, lo que derivará en un impulso adicional para las Bombas de Calor reversibles, especialmente en los países de clima cálido o medio como es el nuestro. Esta configuración de BdC, por la que estos equipos pueden proporcionar refrigeración alternativamente a la calefacción, la tienen la gran mayoría de los equipos existentes en nuestro país.

Estas Directivas tienen su correspondiente reflejo en el Código Técnico de la Edificación, y en la consecución de uno de los objetivos primordiales del mismo, que es que los edificios sean EECN. Consecuentemente, cada vez será más estrecha la correlación entre los Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo y las Bombas de Calor.

Borrador del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030

En el Borrador del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 recientemente publicado por IDAE, se establecen unos objetivos muy ambiciosos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, de penetración de energías renovables y de eficiencia energética para el año 2030, en línea con las Directivas europeas.

Entre los objetivos del citado Plan en materia de rehabilitación energética, figura la mejora de la eficiencia energética (renovación de instalaciones térmicas) de 300.000 viviendas/año. Asimismo, marca un escenario objetivo en el que la aportación de EERR por las Bombas de Calor va a aumentar de los 650 ktep del año 2018 a los 4.076 ktep en el 2030.

Dentro de este Plan, la rehabilitación energética de los edificios ocupa un protagonismo especial, y va a suponer uno de los principales retos para alcanzar los objetivos establecidos. En el documento se menciona específicamente la necesidad de facilitar la transformación económicamente rentable de los edificios existentes en edificios de Consumo de Energía Casi Nulo (EECN), y se destaca la relevancia del *avance del uso de energías procedentes de fuentes renovables*.

En relación al *desarrollo de las energías renovables para usos térmicos*, el citado Plan prevé duplicar la contribución de las energías renovables dentro del consumo de calor y frío, para lo que prevé que será necesario revisar y elevar las exigencias en eficiencia energética y energías renovables del Código Técnico de la Edificación (CTE), así como los requisitos mínimos que deben cumplir las instalaciones térmicas, a través del Reglamento de las Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), para todos los edificios nuevos y rehabilitaciones.

Entre otras muchas acciones, plantea acometer programas de ayudas (préstamos y subvenciones), mediante líneas de apoyo a instalaciones en edificios o redes de calor, entre las que figuran las destinadas a la implementación de equipos de energía ambiente de alta eficiencia en sustitución de sistemas obsoletos, en función de las características, potencial y costes de las tecnologías, así como del potencial de mejora de la huella de carbono.

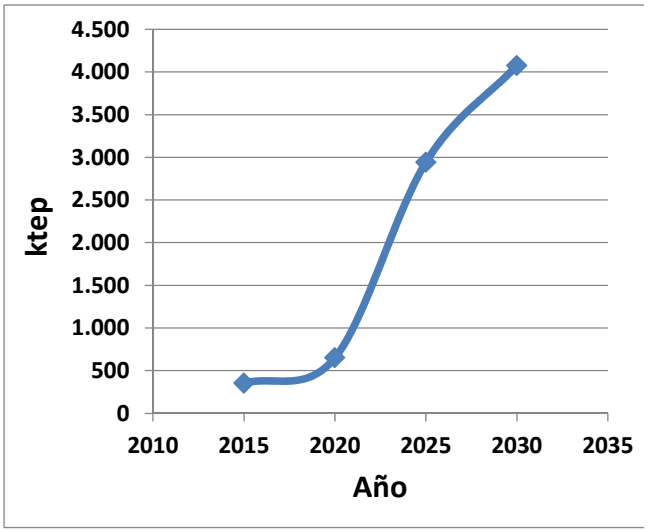


Figura 2. Energía Renovable Suministrada por Bombas de Calor en el Escenario Objetivo.

Todos estos argumentos confluyen en que, para la climatización de los edificios, que han de ser EECN, será indispensable recurrir a sistemas de climatización que hagan uso de las energías procedentes de fuentes renovables, como es el caso de las Bombas de Calor, y que desde la Administración se acometerán las acciones de diversa índole para fomentar la instalación de sistemas que hagan uso de estas energías.

ASPECTOS A TENER EN CUENTA A LA HORA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE BOMBAS DE CALOR EN LAS INSTALACIONES TÉRMICAS DE LOS EECN

Condiciones operacionales de las Bombas de Calor

Ante la perspectiva de que es necesario evolucionar de los sistemas tradicionales de calefacción a los sistemas basados en Bomba de Calor, en imprescindible tener claro que las bases para su implementación son diferentes.

La propia naturaleza de las Bombas de Calor hace que las mismas no puedan funcionar igual que un generador térmico basado en la combustión de consumibles fósiles. Incluso, el campo óptimo de operación de estos equipos difiere entre diferentes tipos de Bombas de Calor. Por ello, para beneficiarse de su gran potencial de ahorro energético y de sus avanzadas prestaciones en general, es necesario conocer bien cuales son las condiciones de funcionamiento más adecuadas de estos equipos

Esta consideración es de mayor trascendencia aún en la rehabilitación, en la que se parte de unas instalaciones existentes y, según sea el alcance de la actuación que se va a acometer, se pretenderá hacer un mayor o menor “aprovechamiento” de los componentes existentes en la instalación.

En primer lugar, un adecuado análisis del entorno y de las condiciones de funcionamiento serán claves para que el nuevo equipo instalado funcione correctamente y responda a las expectativas planteadas.

Entre estos aspectos clave, cabe destacar:

Dimensionamiento de los equipos

Para alcanzar los mayores valores de eficiencia en los sistemas basados en Bomba de Calor, es necesario hacer un estudio meticuloso y preciso de las cargas térmicas máximas de calefacción y de refrigeración, tanto en cada uno de los locales ocupados como del conjunto, así como de las necesidades de ACS, para que tanto la inversión económica como las condiciones de trabajo sean las mejores posibles.

Es fácil caer en la tentación de sobredimensionar los equipos para establecer un "margen de seguridad", basándose en el criterio de que prácticamente todas las Bombas de Calor incorporan sistemas de modulación de la potencia (inverter) que les permiten adaptar su consumo a la carga existente. Pero un sobredimensionamiento provocará un mayor coste de inversión, una mayor dimensión de las servidumbres que acompañan a todas las instalaciones y, probablemente, una mayor dificultad de regulación y del control de los sistemas

En el caso de rehabilitación, y dependiendo del tipo de edificio que se quiere rehabilitar y de su antigüedad, es fundamental acometer, en primer lugar, y antes de abordar el dimensionamiento de la instalación, las medidas pasivas necesarias para disminuir las cargas térmicas, medidas como son:

- Aumentar el aislamiento térmico de los cerramientos, especialmente en cubiertas y fachadas.
- Instalar ventanas con alto coeficiente de asilamiento y alta estanqueidad en las carpinterías, por supuesto con rotura de puente térmico, y vidrios con bajo coeficiente de transmisión, elementos de protección contra la radiación solar, etc.
- Instalar sistemas de ventilación mecánica controlada, que regule la cantidad de aire de renovación que se introduce en los locales en función de las necesidades de ventilación, y con recuperación de calor de aire de extracción (esto último de gran importancia en zonas con clima severo).
- Esta medida, además de potenciar el ahorro energético, aumentará el confort en los espacios ocupados y mejorará la calidad del aire interior.



Figura 3. Ventilación mecánica controlada.

Una vez realizados estos pasos, se seleccionará el equipo que satisfaga las necesidades de calefacción, refrigeración y ACS, y que sea capaz de aprovechar las energías renovables y residuales disponibles.

Los diversos tipos de Bombas de Calor ofrecen diferentes alternativas que deben analizarse.

A la hora de seleccionar el tipo de equipo y el sistema de distribución a él asociado (aire o agua), hay que tener en cuenta que la gran versatilidad de equipos existentes en el mercado permite que pueda recurrirse a sistemas combinados; por ejemplo, distribución por agua para mantener unas condiciones térmicas adecuadas permanentemente en todos los espacios habitados, y distribución por aire como apoyo a la climatización en zonas con mayores cargas o como soporte al sistema de ventilación.

Por último, hay que tener en cuenta que prácticamente siempre las BdC que producen ACS, lo hacen por acumulación, por lo que es muy importante seleccionar adecuadamente el tipo y volumen del acumulador, así como la red de distribución del agua caliente sanitaria.

Una vez definidas las diferentes alternativas que pueden satisfacer las demandas, se debe realizar una comparación entre ellas, estimando, además del coste de la instalación y de las prestaciones, el consumo energético anual asociado a cada una.

Redes de distribución y unidades terminales

Tan importante como la selección del equipo es el de las unidades terminales. En el caso de la rehabilitación, este es un aspecto clave que incidirá directamente en el coste de la instalación y en su tasa de retorno.

El rendimiento de las Bombas de Calor depende de las condiciones térmicas de la fuente exterior contra la que intercambian calor, siendo sus prestaciones tanto mejores cuanto más próximas están la temperatura de la fuente exterior de la temperatura de la fuente interior. Pero son aún más sensibles a la temperatura de producción y, consecuentemente, a la de distribución, especialmente en régimen de calefacción.

Aunque las BdC actuales tienen un rango de funcionamiento muy amplio, alejarse de los valores nominales de temperatura de funcionamiento repercute de modo muy importante en los coeficientes de rendimiento de los equipos.

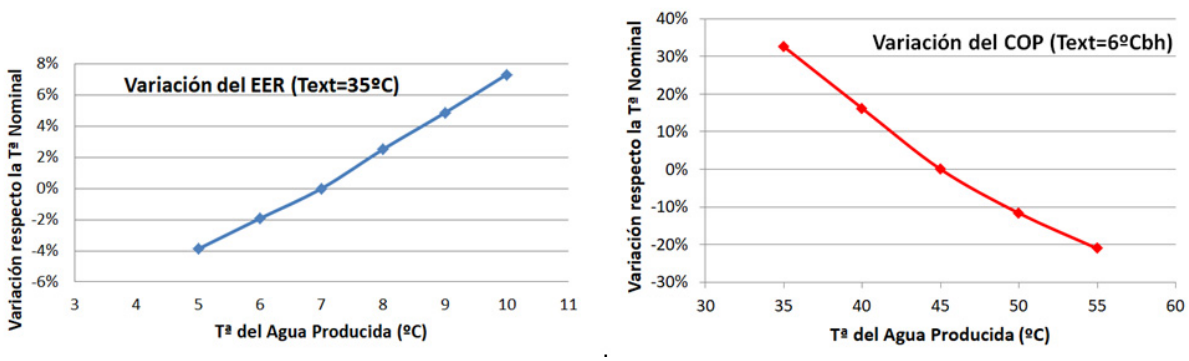


Figura 4. Variación del EER y del COP de una enfriadora en función de la temperatura del agua producida (orientativo).

Por esta razón, a fin de mejorar al máximo la eficiencia energética de los sistemas, deben diseñarse los componentes de distribución y de emisión para que cuando se trabaje a cargas parciales, que es la mayor parte del tiempo, la BdC funcione con temperaturas de emisión lo más suaves posibles y tengan por consiguiente, los más altos valores de eficiencia

Asimismo, en el caso de BdC aire-agua o agua-agua, éstas trabajan con saltos térmicos, en el agua producida, inferiores a los de los generadores tradicionales de calor. Mientras estos últimos suelen funcionar con saltos de 20ºC, casi siempre las bombas de calor deben trabajar con saltos menores a 10ºC, estando habitualmente su valor óptimo en el entorno de los 5ºC. Por esta razón, tanto las bombas de recirculación como las tuberías deben dimensionarse adecuadamente. De no hacerlo así, se estrangularía el paso de agua y provocaría el mal funcionamiento del equipo, con pérdida de prestaciones y de rendimiento, pudiendo llegar incluso a saltar las protecciones internas.

Y por último mencionar que casi la totalidad de las BdC en nuestro país son reversibles, y cada vez más de ellas incorporan producción de ACS, lo que les da un plus de valor por poder suministrar con un mismo equipo la calefacción, la refrigeración y el agua caliente sanitaria.

Pero en caso de que se produzca una sustitución de un sistema de calefacción convencional basado en agua, algunos tipos de estos, como los radiadores, no admiten el funcionamiento en modo refrigeración, ya que no se podría impulsar el agua por debajo de la temperatura de rocío del aire que suele haber en los ambientes interiores (alrededor de 14ºC), a causa de la producción de condensaciones en los propios radiadores. Por lo tanto, para poder disponer de refrigeración, habría que sustituir el tipo de unidades terminales, o bien desviar el agua fría hacia otro circuito que incorpore unidades tipo fan-coil o suelo refrescante.

Todo ello implica que, cuando se pretenda acometer una sustitución de un sistema tradicional por uno basado en Bomba de Calor, casi siempre va a ser necesario realizar la debida reforma en la red de distribución y, dependiendo del tipo de unidades terminales, los elementos emisores.

Ubicación de los equipos

Las bombas de calor intercambian energía térmica con el medio exterior. Si éste es el aire ambiente (aerotérmicas), su unidad externa ha de estar ubicada en el exterior, en un espacio suficiente para que la máquina tome los caudales de aire necesarios sin impedimentos, exenta de otras fuentes de frio o de calor, y con suficientes márgenes para realizar las tareas de mantenimiento.

Si el medio exterior es agua o la propia tierra, pueden ubicarse en locales interiores, pero hay que tener en cuenta los requisitos que deben cumplir las salas técnicas en las que estén ubicados en función principalmente de la naturaleza del gas refrigerante que incorporen.

De igual modo, debe preverse la ubicación de las unidades interiores, que dependerán de su disposición: vistas, en falso techo, etc. En el caso de depósitos acumuladores para ACS, los fabricantes suelen disponer de las medidas estándar del mobiliario de cocinas (60x60 cm de base).

Tanto para la disposición de las unidades exteriores como de las interiores, es necesario tener en cuenta los requisitos establecidas por los correspondientes reglamentos de seguridad, como es el caso del Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas.

CONCLUSIÓN

La legislación está estableciendo unos objetivos cada vez más ambiciosos en materia de ahorro energético y de protección del medio ambiente y, en el caso de las edificaciones, responsables en buena parte del consumo energético, los requisitos impuestos confluyen en la necesidad que los edificios tengan la calificación de EECN.

Para ello, sus instalaciones térmicas han de ser muy eficientes y deben hacer uso de energías renovables y ser capaces de aprovechar al máximo las energías residuales, por lo que las Bombas de Calor van a tener un protagonismo cada vez más destacado en la climatización de estos edificios.

Dentro de las futuras actuaciones orientadas a la mejora del parque inmobiliario, en la nueva edificación la instalación de Bombas de Calor va a ser extensiva, pero el mayor reto va a estar en la rehabilitación de edificios existentes, grandes consumidores de energía, para que alcancen el grado de EECN, y consecuentemente, cada vez será mayor la utilización de Bombas de Calor en la sustitución de sistemas convencionales de calefacción. Pero para que esta sustitución sea efectiva, hay que tener en cuenta una serie de aspectos muy importantes.

Como se ha indicado, no se puede frivolizar pensando que se puede resolver esta sustitución con el mero remplazo de unos equipos por otros. Al contrario, es necesario realizar una serie de tareas de análisis de la instalación existente, de estudios de alternativas y de cálculos para su dimensionamiento, con el fin de disponer en cada situación la solución más favorable en cada caso, tanto desde el punto de vista de la inversión, como del de la explotación y de la utilización.

Y para ello los usuarios y las propiedades habrán de recurrir tanto a los fabricantes, quienes conocen las últimas tecnologías y disponen de amplios catálogos con diferentes soluciones, como a los profesionales de la prescripción, quienes podrán asesorar de manera adecuada en relación al resto de componentes de la instalación y a la implementación del conjunto de la misma.

REFERENCIAS

- Portal de la Comision Europea EUR-lex. Comunicación de la Comisión. Estrategia de la UE relativa a la Calefacción y la Refrigeración. Directivas de Eficiencia Energética y de Fomento del Uso de Energía Procedente de Fuentes Renovables. (https://eur-lex.europa.eu/homepage.html?locale=es).
- IDAE. Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030 (https://www.idae.es/informacion-y-publicaciones/plan-nacional-integrado-de-energia-y-clima-pniec-2021-2030)
- La Bomba de Calor. Fundamentos, Tecnología y Casos Prácticos. AFEC

IMPACTO DEL CONTROL EFICIENTE DE LOS SISTEMAS DE HVAC EN LA SOSTENIBILIDAD Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

Francisco Fernández Hernández, Profesor Ayudante Doctor, Universidad de Málaga
José Miguel Peña Suárez, Responsable de Calidad de Producto y Energía, Corporación Empresarial Altra
Juan Antonio Bandera Cantalejo, Ingeniero I+D Energía, Corporación Empresarial Altra
María del Carmen González Muriano, Directora de Proyectos, Corporación Empresarial Altra
Montserrat Ventura, Ingeniera de Proyectos, Corporación Empresarial Altra

Resumen: En España la reglamentación relativa a la edificación eficiente se rige por el Código Técnico en la Edificación y el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios. Sin embargo, han surgido diferentes iniciativas a raíz de la mayor concienciación por la edificación sostenible a nivel global. Como ejemplo, se pueden mencionar LEED, BREEAM y VERDE, que no siendo de carácter obligatorio en España, gradualmente se están tomando como referente en la edificación y la gestión energética. Estas iniciativas redundan en edificios más económicos, con un menor coste de utilización y mantenimiento, gracias a que sus nuevos métodos de cálculo cuantifican las ventajas aportadas por nuevas soluciones tecnológicas. Los sistemas de climatización en edificios han experimentado un gran salto tecnológico debido a la optimización de los procesos de control, diseño y fabricación de estos equipos. Los sistemas de control perfeccionan el comportamiento de las instalaciones de climatización, calefacción y ventilación, aportando un alto nivel de confort al usuario final, a la vez que se consigue un ahorro energético considerable. El efecto de este tipo de control zonificado no está contemplado en las herramientas oficiales disponibles en España. Debido a esta carencia de las herramientas oficiales, las certificaciones voluntarias adquieren mayor importancia, ya que éstas sí evalúan dicho impacto. El objetivo de esta comunicación es mostrar el impacto de incluir un sistema de zonificación y control en el edificio a nivel energético y de confort en las certificaciones voluntarias de sostenibilidad de edificios, que están marcando la tendencia a seguir en materia de sostenibilidad energética.

Palabras clave: Métodos de Calificación Energética, Eficiencia Energética en Edificios, Sistemas de Control de Climatización

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la preocupación por el aumento en el consumo de energía de los edificios se ha traducido en la creación de diferentes directivas europeas orientadas a conseguir una mayor eficiencia energética y sostenibilidad en los edificios. Para conseguir reducir el consumo de energía de un edificio y llegar a lo que se denomina edificios de energía casi nula, además de las medidas pasivas que permiten reducir la carga térmica en el edificio, los sistemas de control sobre los elementos consumidores, principalmente la iluminación, los sistemas de climatización y los equipos, son fundamentales para garantizar el confort de los usuarios (térmico, lumínico, calidad de aire, etc.), y fomentar la optimización del consumo de energía de estos elementos.

En esta línea, existen estudios que demuestran la necesidad y el potencial de ahorro mediante elementos de control. En un estudio con 118 edificios diferentes identifican 384 problemas relacionados con el control: programación, comunicación entre dispositivos, problemas en gestionar o controlar datos, etc., haciendo especial hincapié en que deben ser detectados y diagnosticados para el buen funcionamiento del edificio (Ardehali & Smith, 2001). Una gran cantidad de energía es desaprovechada por una ineficiente gestión de los sistemas HVAC por la falta de medidas de predicción y medida de la ocupación en el edificio (Shi, 2017).

La selección de técnicas de modelado y un modelo apropiado del sistema de calefacción, refrigeración y ventilación son dos elementos fundamentales para mejorar la funcionalidad del sistema de control y la eficiencia energética de los edificios (Afroz, 2018). Sin embargo, lograrlo no es una tarea sencilla, y por ello se hace uso de programas de simulación térmica especializados que permitan un estudio energético del edificio exhaustivo y detallado. Actualmente, los programas convencionales no tienen en cuenta el efecto de estos sistemas de automatización y control en la eficiencia energética de los edificios y, en particular, los controladores de calefacción y refrigeración se suponen que son ideales y alcanzan las temperaturas de consigna de forma exacta y sin oscilaciones.

Como solución, ya existen normativas europeas que obligan a considerar el efecto de los sistemas control de climatización en la eficiencia energética del edificio, como son las normas EN 15232-1:2017 y EN 15500-1:2017, que ya se están teniendo en cuenta en métodos de cálculo en países como Francia, pero que, en España, ni el CTE ni el

RITE, contemplan aún la obligación de cuantificar el impacto que los sistemas de control tienen en el comportamiento energético de los edificios.

El objetivo de este estudio es mostrar la influencia que tiene el sistema de control zonificado de Airzone, con una algoritmia inteligente que controla el sistema de climatización en función de las condiciones térmicas del edificio, en el consumo de energía y confort de los usuarios de un edificio y las ventajas que conlleva en los principales métodos de calificación/certificación energética de edificios que se realizan en la actualidad. En particular, se muestra un caso de estudio con la certificación BREEAM, una de la más importante en Europa para garantizar la calidad de un edificio.

EL SISTEMA DE CONTROL ZONIFICADO

Los sistemas zonificados se basan en el control independiente de la temperatura de cada una de las zonas. Para ello se incorpora un termostato en cada estancia que permite conocer la demanda térmica en cada una de ellas y seleccionar una temperatura de consigna independiente según las preferencias del usuario. De esta manera, cuando una zona alcanza la temperatura de consigna, ésta envía una señal de control a la compuerta motorizada de la zona para que se cierre e interrumpa la impulsión del aire acondicionado. En la figura 1 se muestra un esquema de un sistema zonificado.



Figura 1. Esquema de un sistema zonificado.

Además de la zonificación térmica, el sistema de control de Airzone basa su funcionamiento en la pasarela de comunicación que permite una comunicación bidireccional entre la central de control y el equipo la cual posibilita definir algoritmos de control inteligentes que optimicen el consumo de energía. Estos algoritmos son los siguientes:

- Control de la velocidad del ventilador de la unidad interior de la máquina, mediante el algoritmo Q-Adapt.
- Limitación de la temperatura de consigna de la zona y control de la temperatura de consigna de la máquina, mediante el algoritmo Eco-Adapt. El Modo A fija el rango de temperatura máxima en invierno es de 22 °C y en verano de 24 °C, el Modo A+ en 21.5 °C y 25 °C y el Modo A++ en 21 °C y 26 °C.

MÉTODOS DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

Se describen algunos de los métodos de certificación energética de edificios que más importancia tienen en el sector de la edificación: BREEAM, LEED y VERDE. Cada uno de ellos certifica el edificio evaluando impactos en diferentes categorías relativas a la sostenibilidad, eficiencia, etc. En la figura 2 se muestra la comparativa de los 3 métodos mostrando las diferentes categorías que se evalúa y el sistema de puntuación.



Figura 2. Comparativa de algunos métodos de certificación de edificios.

Suzer (Suzer, 2019) realiza un estudio comparativo de las certificaciones LEED y BREEAM bajo las mismas condiciones y obtiene como conclusión principal que, aunque se muestra una correlación positiva entre los resultados de puntuaciones obtenidos en ambos métodos, en algunos se obtienen diferencias estadísticas significativas que implican que el método de LEED obtenga puntuaciones más elevadas que BREEAM.

VERDE® es un certificado equivalente a BREEAM o LEED, desarrollado por el GBCe (Green Building Council España), pero adaptado a la normativa y de España, el CTE (Código Técnico de la Edificación) y las Directivas Europeas.

Más adelante, se mostrará un caso de estudio que refleja como el sistema de zonificación térmica mejora la puntuación obtenida en la certificación BREEAM en las categorías: salud y bienestar, energía, contaminación, gestión e innovación.

Por otro lado, es interesante destacar la plataforma **eu.bac** (European Building Automation Controls Association) que establece una certificación europea que sirve como referencia para determinar la exactitud de los controles de calefacción y refrigeración conforme a las directivas europeas y las normas EN. Esta exactitud puede ser implementada en los motores de cálculo de certificación energética de los Estados Miembros de la Unión Europea, siendo posible así tener en cuenta en el cálculo el aporte de eficiencia energética de los sistemas BAC.

Esta certificación garantiza a los usuarios que los productos y sistemas se ajustan a las directivas europeas (EPBD) y las normas EN 15232-1:2017 y EN 15500-1:2017, con el fin de lograr el equilibrio óptimo de los controles y sistemas de automatización de edificios nuevos y edificios existentes.

El potencial de ahorro de energía y los aspectos del ciclo de vida que se pueden lograr a través de la automatización de edificios no son considerados de forma suficientemente exhaustiva en las certificaciones de sostenibilidad de edificios actuales como LEED, BREEAM, etc. El método propuesto en la certificación eu.bac solventa esta carencia al cuantificar el nivel de precisión de un control especifico. En concreto el sistema de zonificación Airzone alcanza una precisión en el control de 0.3 K.

CERTIFICADO BREEAM CON AIRZONE - CASO DE ESTUDIO

El objetivo es demostrar mediante los resultados de las simulaciones como al incluir la tecnología Airzone en un proyecto de edificación puede mejorar la puntuación obtenida en la certificación BREEAM en las categorías: salud y bienestar, energía, contaminación, gestión e innovación.

Descripción del modelo de control, edificio y los sistemas

Debido a la particularidad del sistema de control zonificado y los algoritmos que incorpora, se ha modelado con el programa TRNSYS17, que permite programar soluciones singulares y una integración flexible con el edificio y el resto de los sistemas.

El modelo requiere como parámetros la información específica tanto del equipo de expansión directa (capacidades, consumos, velocidades del ventilador, etc.), como información necesaria para el sistema de control de Airzone (número de zonas, definición del Q-Adapt, del Eco-Adapt, etc.). Las entradas más relevantes tienen que ver con las necesidades térmicas de cada una de las zonas del edificio que estarán relacionadas con la demanda térmica, así como las necesidades de confort: temperatura de consigna, las condiciones de temperatura y humedad en cada zona, el estado de cada compuerta (abierta o cerrada), las condiciones exteriores, etc. Como salidas se obtienen los resultados relativos a las condiciones resultantes de la zona, así como el comportamiento de la máquina en términos de consumo eléctrico y capacidad térmica aportada.

La vivienda del caso de estudio presenta cinco zonas climatizadas (salón, cocina, oficina, dormitorio padres y dormitorio niños), con una superficie de 121 m^2, mientras que el resto se considerará una única zona no acondicionada. La simulación se realiza considerando diferentes condiciones climáticas de las localidades de Madrid, Valencia y Barcelona.

El sistema de climatización es un equipo inverter de expansión directa, cuyo modelado se realiza teniendo en cuenta que el modo de funcionamiento, el rendimiento del equipo y el consumo eléctrico requerido es diferente en función de las condiciones de operación. Con este objetivo, se ha experimentado una unidad de este tipo y se han obtenido las diferentes curvas de comportamiento características con los coeficientes característicos correspondientes.

Un equipo Inverter es capaz de regular su régimen de trabajo para ajustar la producción de energía térmica a la demanda. Se define el factor de carga parcial (PLR) como la relación entre la carga sensible demandada y la máxima que el equipo es capaz de proporcionar en las mismas condiciones de trabajo:

$$PLR=Q_{dem}/Q_{sens,max} \quad (1)$$

La figura 3 representa los 3 regímenes de trabajo de un equipo inverter con la evolución del rendimiento del equipo en función del factor de carga parcial. La regulación del equipo a la demanda térmica, así como el control de la velocidad del ventilador y la temperatura de consigna de la máquina, permite llevar al equipo a condiciones de carga parcial donde se maximiza el rendimiento y se reduce el consumo de energía.

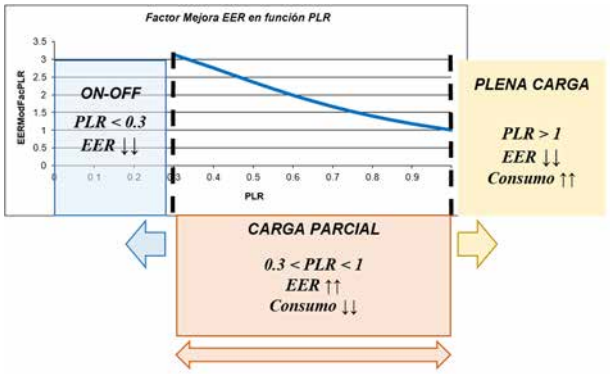


Figura 3. Esquema de los distintos regímenes de trabajo de un equipo Inverter.

Resultados

A continuación, se muestran los siguientes resultados de las simulaciones, en las que se realiza la comparación del modelo zonificado de Airzone y un modelo sin zonificar:

Energía - Eficiencia energética y emisiones de carbono

En la categoría Energía el requisito "Eficiencia energética y emisiones de carbono" dispone de hasta 15 puntos para reconocer aquellos edificios diseñados para minimizar el consumo de energía operativa. Sin entrar en profundidad en los puntos que se pueden conseguir, gracias la zonificación térmica, la limitación de la temperatura de consigna mediante el algoritmo Eco-Adapt y a la gestión de la instalación de climatización que realiza el sistema, se consigue un ahorro en el consumo energético y por tanto una reducción de emisiones de carbono. A modo de ejemplo, para el caso de estudio, se evalúa el potencial de ahorro de energía con respecto a un sistema no zonificado, para las tres ciudades de análisis (figura 4).

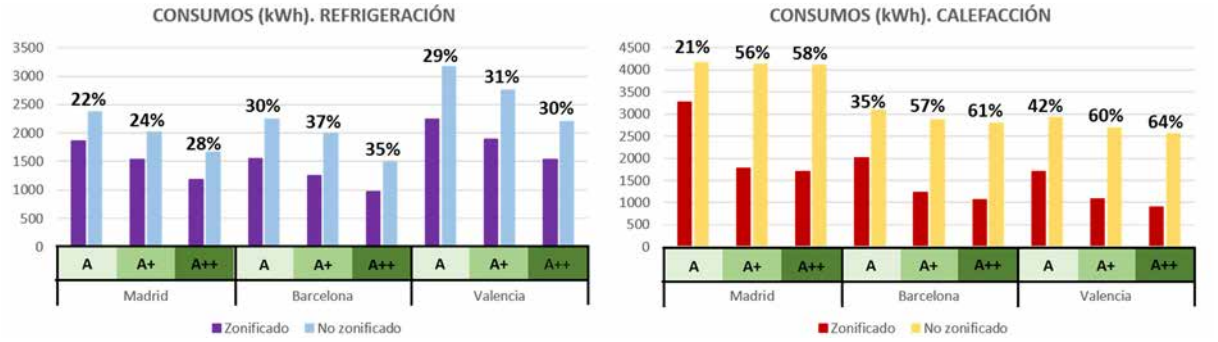


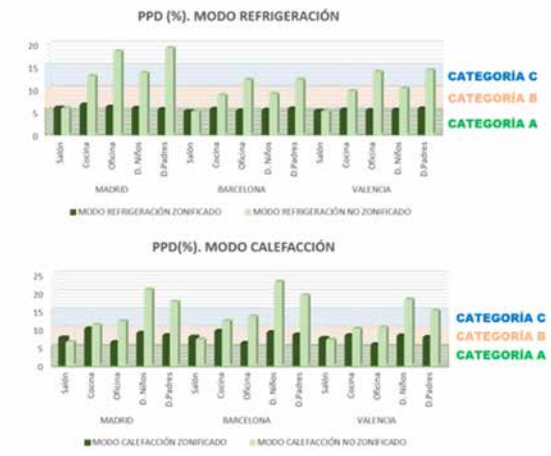
Figura 4. Comparativa del consumo de energía.

Con la aplicación del algoritmo Eco-Adapt se consigue una disminución del consumo de energía según si se aumenta la temperatura de consigna en modo refrigeración o se disminuye en modo calefacción. Los ahorros son del 56-64 % en calefacción y del 24-37 % en refrigeración, en las diferentes ciudades analizadas.

Salud y Bienestar - Confort térmico

En la categoría Salud y Bienestar hay disponibles hasta 3 puntos en el requisito de "Confort térmico". Fundamentalmente se basan en el cálculo de los parámetros de confort PPD y PMV y que se cumpla la categoría B de confort, según la EN ISO 7730:2005. Para ello, en unas condiciones estándar de confort asociadas al factor de ropa, la tasa metabólica y la velocidad relativa del aire, se realiza una comparación de los parámetros PPD y PMV de un sistema zonificado y un sistema no zonificado.

En la figura 5 se muestra la comparación del parámetro PPD y el PMV, destacando la categoría de confort obtenida.



Muy frío | Frío | Ligero Frío | Neutro | Ligero Calor | Calor | Muy caluroso

-3 | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | 3

CIUDAD	ZONA	PMV			
		MODO REFRIGERACIÓN		MODO CALEFACCIÓN	
		ZONIFICADO	NO ZONIFICADO	ZONIFICADO	NO ZONIFICADO
MADRID	Salón	-0.2	-0.2	0.3	0.2
	Cocina	-0.1	-0.6	0.5	0.5
	Oficina	-0.2	-0.8	0.1	0.6
	D. Niños	-0.1	-0.6	0.4	0.9
	D.Padres	0.0	-0.8	0.3	0.8
BARCELONA	Salón	0.0	-0.1	0.4	0.3
	Cocina	0.1	-0.4	0.4	0.6
	Oficina	0.0	-0.6	0.1	0.6
	D. Niños	0.1	-0.3	0.4	0.9
	D.Padres	0.1	-0.6	0.4	0.8
VALENCIA	Salón	0.0	-0.1	0.3	0.3
	Cocina	0.1	-0.5	0.4	0.5
	Oficina	-0.1	-0.6	0.1	0.5
	D. Niños	0.1	-0.4	0.4	0.8
	D.Padres	0.2	-0.6	0.3	0.7

Figura 5. Comparativa del PPD y PMV.

En un sistema zonificado se cumplen las exigencias de confort que exigen una categoría mínima de B con un PPD en torno al 6 % y un PMV por debajo de 0.5, en cada una de las zonas de la vivienda para las tres ciudades analizadas, mientras que el sistema sin zonificar es capaz de obtener buenos resultados en la zona del Salón, pero el resto de zonas se produce un importante subenfriamiento de las zonas en modo refrigeración y sobrecalentamiento en modo calefacción.

Contaminación - Impacto de los refrigerantes

En la categoría de Contaminación, en el requisito "PCG de los refrigerantes – instalaciones del edificio" hay disponible 1 punto. Se va a demostrar cómo la zonificación térmica permite reducir la carga térmica del edificio lo que implica poder utilizar una máquina de menor potencia, lo que da lugar a menor uso de refrigerante.

La zonificación permite la selección de equipos de climatización en el sistema zonificado que se ajustan a la carga térmica simultánea y la potencia requerida, lo que permite usar equipos de menor potencia térmica. Se pasa de una máquina de PUHZ-RP125 de Mitsubishi, con una carga sensible nominal de frío de 8610 W y de 13900 W a una PUHZ-RP100GA de Mitsubishi, con una carga sensible nominal de frío de 6720 W y de 10300 W de calor, lo que implica una reducción en la cantidad de refrigerante utilizado de 0.5 kg, ya que se pasa de una carga de 3.8 a 3.3 (kg), con una longitud máxima de tubería de 50 m y diferencia de altura de 30 m.

CONCLUSIONES

El presente estudio demuestra las ventajas del sistema de control de climatización zonificado de Airzone en términos de consumo de energía, confort térmico y ahorro en refrigerante con respecto a un sistema no zonificado, en un edificio de viviendas y sometido a diferentes condiciones climáticas. Se ha realizado una modelización térmica del edificio, sistema de climatización y sistema de control mediante el software Trnsys17. El modelo del sistema de control se adapta de forma flexible a poder introducirse en otros softwares de simulación energética de edificios para, de esta manera, adaptarse a normativas europeas que exigen evaluar el efecto de los sistemas de control en el comportamiento térmico de los edificios.

Los resultados del estudio demuestran las ventajas de un sistema zonificado para la posibilidad de obtener una certificación BREEAM del edificio, aportando hasta 33 puntos en total, en áreas clave como Energía, Salud y Bienestar, Contaminación, Gestión e Innovación, con respecto a un sistema de climatización no zonificado. En primer lugar, la zonificación térmica permite reducir la potencia del equipo de climatización, por lo que se reduce la cantidad de refrigerante en 0.5 kg. La regulación de la temperatura de consigna de la máquina y la limitación de las consignas de temperatura de las zonas a través del algoritmo Eco-Adapt permite obtener ahorros del 56-64 % en calefacción y del 24-37 % en refrigeración, en las diferentes ciudades analizadas. Finalmente, en un sistema zonificado se cumplen las exigencias de confort que exigen una categoría mínima de B con un PPD en torno al 6 % y un PMV por debajo de 0.5, en cada una de las zonas de la vivienda para las tres ciudades analizadas.

REFERENCIAS

- Afroz Z., Shafiullah GM, Urnee T., Higgins G. Modeling techniques used in building HVAC control systems: A review. Renewable and Sustainable Reviews 83 (2018): 64:84.
- Ponterosso P., Gaterell M., Williams J. Post occupancy evaluation and internal environment monitoring of the new BREEAM "Excellent" Land Rover/Ben Ainslie Racing Team headquarters offices. Building and Environment 146 (2018): 133-142.
- Shi J., Yu N., Yao W. Energy efficient building HVAC control algorithm with real-time occupancy prediction. Energy Procedia 111 (2017): 267-276.
- Smith M., Ardehali T.F. Literature review to identify existing case studies of controls-related energy-efficiency in buildings. Department of Mechanical Engineering, The University of Iowa, Iowa. Technical Report ME-TFS-01-007 (2001).
- Suzer O. Analyzing the compliance and correlation of LEED and BREEAM by conducting a criteria-based comparative analysis and evaluating dual-certified projects. Building and Environment 147 (2019): 158-170.
- Google Sketchup. https://www.sketchup.com/es (último acceso 15.02.19).
- TRNSYS 17. http://sel.me.wisc.edu/trnsys/ (último acceso 15.01.19).
- EN ISO 7730:2005 Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local.
- EN 15232-1:2017 Eficiencia energética de los edificios. Impacto de la automatización, el control y la gestión de los edificios.
- EN 15500-1:2017 Regulación para aplicaciones de calefacción, ventilación y climatización. Equipo electrónico individual de regulación de zona.

NUEVA FUENTE DE ENERGÍA PARA EDIFICIOS ENERGÍA CASI NULA

Alexander Kobtsev, Fundador Gerente, Libre Evolución de Energía
Francisco Serrano Casares, Investigador responsable del Grupo de Energética, Universidad de Málaga

Resumen: Hemos desarrollado un sistema de fachada y ventana definitivamente novedoso: una ventana deja de ser únicamente una ventana, sino se convierte en un sistema generador de energía. La ventana transforma la energía solar en energía eléctrica, la acumula y permite que se utilice para la calefacción/aire acondicionado de los interiores, para el funcionamiento de los electrodomésticos, así como para la oxigenación de los habitáculos. Los resultados del estudio del sistema, realizado en colaboración con la Universidad de Málaga, muestran que el edificio dotado de esta tecnología es autosuficiente energéticamente, por tanto puede ser integrado con todos los sistemas de ingeniería del edificio inteligente.

Palabras clave: Ventana, Energía, Ahorro

INTRODUCCIÓN

En los últimos 20 años los precios de sistemas de ventanas y fachadas en los mercados internacionales han ido bajando continuamente. Al mismo tiempo, las exigencias de calidad crecen constantemente.

Estos dos procesos opuestos provocan un incremento de costos de producción para los fabricantes y una dura competencia en la lucha por el beneficio.

Por otro lado, las tendencias que incentivan el crecimiento del mercado mundial son:

- La aceptación de las estructuras de cerramiento translúcidas ecológicamente amigables en toda la América del Norte y Europa
- El desarrollo de las innovaciones tecnológicas, tales como materiales de alta eficiencia energética para las fachadas. Estos productos avanzados con propiedades de concentrar y utilizar la energía solar, serán de amplio empleo en edificios comerciales y residenciales de todo tipo en calidad de una fuente complementaria de generación de electricidad

El Proyecto

La ventana deja de ser sólo una ventana

Los sistemas de ventanas y fachadas siempre tienen como objetivo reducir las pérdidas de energía.

En nuestra empresa hemos desarrollado un sistema de fachada y ventanas FREENERGY que constituye un sistema energético propio.

Las restricciones que enfrentan las fuentes de energía renovables modernas son las siguientes:

- grandes superficies que se requieren para instalar los equipos de generación de energía
- costos de transporte y almacenamiento de la energía generada
- baja capacidad generadora de las fuentes de energía durante la temporada invernal

El sistema de fachada FREENERGY está diseñado para generar electricidad a partir de energía solar con el fin de proporcionar electricidad al edificio.

De este modo, nuestro sistema de fachada representa una fuente autónoma de energía para:

- iluminación
- calefacción
- aire acondicionado
- funcionamiento de dispositivos eléctricos

Se trata de una ventana PVC o de aluminio equipada con sistema solar fotovoltaico a base de módulo de silicio amorfo y elementos como batería, inversor y regulador.

Se ha hecho un trabajo para analizar el comportamiento de la ventana fotovoltáica en condiciones reales. Se ha colocado la ventana en banco de ensayos fotovoltáicos del laboratorio, en la terraza del edificio del Instituto de Energética de la Universidad de Málaga, en posición vertical, orientada al Sur.

Se ha elaborado un protocolo para la toma de datos que permite conocer la potencia instantanea generada por la ventana fotovoltaica. Se han realizado medidas cada diez minutos de las siguientes magnitudes: la tension y la corriente generadas por la ventana fotovoltaica, la tension en bornes de la bateria, la tension y la corriente que llegan a la carga tras pasar por el regulador y el inversor, la irradiancia, la temperatura del modulo fotovoltaico y la temperatura ambiente. Las medidas de la energia suministrada por la ventana fotovoltaica se han contrastado con las obtenidas con un medidor de la caracteristica de los sistemas fotovoltaicos.

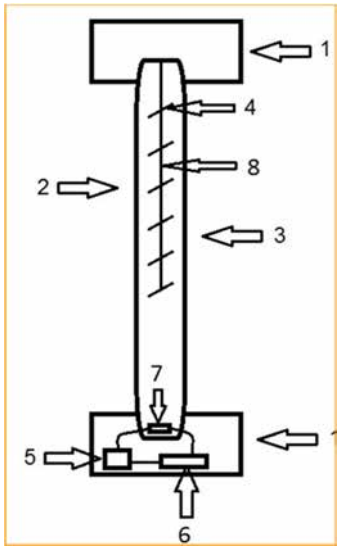


Figura 1. Sistema de ventanas y fachada FREENERGY.

El sistema está compuesto por:

1. Perfil de ventana con cámaras múltiples (PVC, aluminio)
2. Vidrio exterior, módulo de panel solar transparente
3. Vidrio interior con elementos calentadores en la superficie
4. Elementos de la fotosíntesis (opcional)
5. Acumulador eléctrico
6. Inversor
7. Controlador
8. Mecanismo giratorio (opcional)

Para llevar a cabo las medidas se ha utilizado la instrumentación disponible en el laboratorio del grupo de energética.

- Multimetro Fluke modelo 8842A: uno para medir la tension y otro para medir la corriente de la ventana fotovoltaica en cada instante.
- Fluke Hydra modelo 2620A (Hydra Data Acquisition Unit) para conocer la radiación, la temperatura ambiente y la temperatura del módulo fotovoltaico mediante:
    - Piranómetro CM11 de Kipp-Zonen situado en el mismo plano de la ventana fotovoltaica.
    - Sonda de temperatura (termopar) que se coloca en la parte trasera de la célula.
    - Sonda de temperatura (termopar) para la temperatura ambiente.
- Analizador de redes Fluke-1735 para medir la tension y la corriente alterna consumida por la carga de prueba.
- Polímetro digital para la medida de la tension en bornes de la bateria fotovoltaica.

- Medidor caracteristica I-V modelo I-V400 para verificar las medidas instantaneas de la potencia generada por la ventana fotovoltaica.

Se han realizado medidas de la energia producida por la ventana fotovoltaica, siguiendo el protocolo descrito, en varios dias de los meses de agosto y septiembre en los que el cielo ha estado completamente despejado, sin nubes, desde la salida del sol hasta el ocaso.

Realizando los calculos correspondientes, se obtiene que la irradiancia recibida sobre el plano de la ventana fotovoltaica en el dia fue 4114 Wh/m2 y la energia producida fue de 71,2 Wh. Estos valores son coherentes con los datos de radiacion que se obtienen de las bases de datos de radiacion y del valor de la energia que se obtiene de los valores medidos para la ventana fotovoltaica en condiciones estandar.

Una vez confirmados que los datos experimentales concuerdan con los datos de radiacion conocidos y con los parametros electricos de la ventana medidos, se ha procedido a estimar la produccion anual de la ventana fotovoltaica en posicion vertical.

La producción energética de un sistema fotovoltaico depende de la potencia del sistema en condiciones estandar de medida (conocida como potencia pico), de la radiacion solar normalizada recibida sobre el plano de la ventana fotovoltaica (conocida como Horas Sol Pico, HSP) y del término llamado Performance Ratio (PR) en los sistemas conectados a red o rendimiento global en los sistemas aislados, que tiene en cuenta las perdidas totales que se producen en el sistema fotovoltaico, que depende de diversos factores como la dispersion de parametros, la temperatura real de los modulos, el cableado, efecto del angulo de incidencia del sol sobre el plano del modulo, el rendimiento de los dispositivos de acondicionamiento de potencia (regulador e inversor) y el rendimiento bateria. Su valor para los sistemas comerciales varia entre 0,75 y 0,85 habitualmente.

Con los datos de radiacion de la Agencia de la energia de la Junta de Andalucia para Málaga con una inclinacion de 90 grado se han obtenido los valores de produccion mensual para un año que se presentan en la tabla, considerando valores de PR de 0,75; 0,80 y 0,85.

Energía producida ($Wh/m^2_{ventana}$)													
PR	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0,75	6624	6844	7651	5735	4978	4289	4801	5833	6928	7317	7613	6265	74876
0,8	7065	7300	8161	6117	5309	4575	5121	6221	7390	7804	8121	6683	79868
0,85	7507	7756	8671	6499	5641	4861	5441	6610	7852	8292	8628	7100	84859

Tabla I. Energía anual producida por m2 de ventana fotovoltaica en vertical.

Para entender mejor las oportunidades del sistema FREENERGY, consideremos un edificio de apartamentos con las siguientes caracteristicas:

Edificio residencial de 17 plantas con 4 viviendas por planta (68 apartamentos):

- 2 apartamentos de 60 m2
- 1 apartamento de 75 m2
- 1 apartamento de 100 m2

La superficie acristalada del edificio se estima en 4320 m2.

Hipótesis de consumos

Todos los apartamentos estan equipados con electrodomesticos, aire acondicionado y cocina electrica.

El consumo medio anual de electricidad por hogar en la zona mediterranea, estimado por el IDAE (Instituto para la Diversificacion y el Ahorro Energetico) segun el estudio realizado con datos reales de los anos 2010 a 2015, es de

3487 kWh/hogar/año.

Consumo anual estimado de las viviendas del edificio:

68*3487 = 237116 kWh/año

Producción eléctrica del sistema de fachada Freenergy

De acuerdo con el estudio realizado por el Grupo de Energetica de la Universidad de Malaga (GEUMA), el sistema de fachada Freenergy proporciona una potencia pico por metro cuadrado de 76,1 Wp/m2.

Si toda la superficie acristalada del edificio fuera cubierta por el sistema de fachada Freenergy, se dispondría de una potencia pico de:

4320*76,1 = 328752 Wp = 328,8 kWp

En el estudio realizado por GEUMA, se calculó la producción anual por metro cuadrado en Málaga (localidad situada en la zona mediterranea) del sistema Freenergy con orientacion Sur, resultando ser de 79,868 kWh/m2/año, considerando un coeficiente global de perdidas de 0,20.

Si toda la superficie acristalada utilizara el sistema de fachada Freenergy, la producción anual sería de:

4320*79,868 = 345030 kWh/año

Balance energético del sistema de fachada Freenergy

De los cálculos realizados anteriormente se obtiene:

- Consumo eléctrico de los apartamentos: 237116 kWh/año
- Producción del sistema de fachada Freenergy: 345030 kWh/año
- Excedente de energía eléctrica: 107914 kWh/año

$$\frac{Producción\ sistema\ Freenergy}{Consumo\ apartamentos} = 1{,}46$$

Superficie del sistema de fachada Freenergy necesaria para el consumo de los apartamentos: 2.970 m2.

CONCLUSIONES

El sistema de fachada Freenergy produce un 46% mas de energía eléctrica que la que consumen los 68 apartamentos del edificio de viviendas.

Para la demanda eléctrica de los apartamentos se requiere una superficie del sistema de fachada Freenergy de 2970 m2.

El excedente de energía podría cubrir las necesidades comunes de electricidad del edificio, como ascensores, iluminación de zonas comunes, bombas para el suministro de agua y puertas de los aparcamientos, que se pueden estimar en 6700 kWh/ano.

El resto de la energía podria ser vendida a la red o a otros usuarios, si la legislación lo permite.

REFERENCIAS

- www.free-libre.com
- www.agenciaandaluzadelaenergia.es/Radiacion
- www.idae.es/estudios-informes-y-estadisticas
- Guía Práctica de la Energía. Consumo Eficiente y Responsable. Ed. IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), 2017. Madrid

NUEVOS REFRIGERANTES APLICADOS A LA BOMBA DE CALOR AEROTÉRMICA

Álvaro Fernández Sagaseta, Técnico - Comercial Delegación Centro, Daikin AC Spain

Resumen: Los últimos estudios apuntan a que se está produciendo una revolución en el modelo de consumo energético dentro del sector residencial. El concepto de eficiencia empieza a estar presente. En este campo tienen un amplio recorrido las bombas de calor aerotérmicas. Las nuevas normativas europeas, (F-Gas, EcoDesign) obligan a la comercialización de equipos cada vez más eficientes y respetuosos con el medio ambiente.

Esto encamina al uso de refrigerantes con bajo PCA (Potencial Calentamiento Atmosférico). El elegido para equipos de baja y media potencia es el R32, un gas con mejores prestaciones termodinámicas que el R410a y con el que se pueden alcanzar temperaturas de hasta 65ºC sin el apoyo de resistencias eléctrica y alcanzar SCOP de 5,5.

Palabras clave: F-gas, R32, Aerotermia, SCOP

BOMBAS AEROTÉRMICAS SECTOR RESIDENCIAL

Presente

Según los últimos estudios realizados, todo apunta a que se está produciendo una revolución en el modelo de consumo energético dentro del sector residencial. Cada vez son más los usuarios que ya no sólo demandan confort en sus viviendas, sino que éste vaya acompañado de bajo consumo. El concepto de eficiencia empieza a estar presente.

En este campo tienen un amplio recorrido las bombas de calor aerotérmicas capaces de calentar el agua para calefacción, producir agua caliente para consumo y enfriar el agua para refrigeración.



Figura 1. Esquema Bomba aerotérmica con suelo radiante.

Este tipo de equipos ya llevan en el mercado más de 10 años, pero es ahora cuando parece que han encontrado su sitio, apoyados en parte por el crecimiento progresivo de la construcción de viviendas en España. Se presentan como alternativa a la opción de caldera de gas de condensación para la producción de agua caliente para calefacción y ACS, y el equipo o conjunto de expansión directa aire-aire para refrigeración.

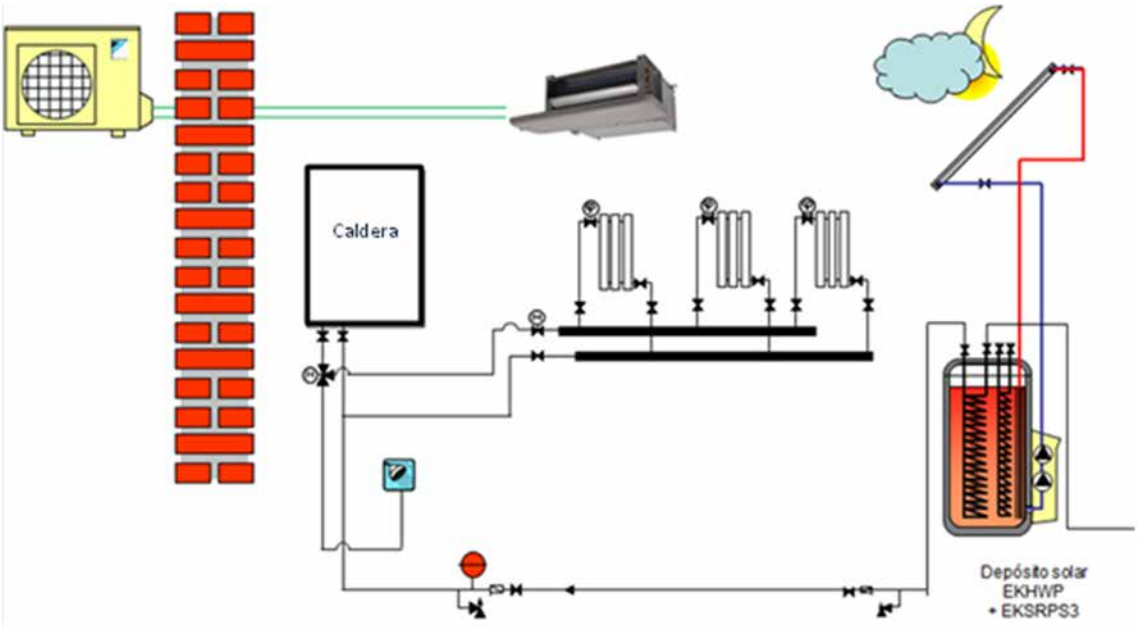


Figura 2. Esquema Caldera gas con bomba de calor aire-aire.

Trabajar con temperaturas en impulsión de agua por debajo de 40ºC en climas donde el número de horas de funcionamiento por debajo de 3ºC exteriores es reducido, les hace ideales para viviendas, donde la instalación de tuberías embutidas en suelo es el sistema elegido en las nuevas edificaciones.

Normativa europea

Las nuevas normativas europeas, muy exigentes con el cumplimiento de los acuerdos alcanzados a nivel mundial, en cuestión de uso de energías renovables, en la disminución de las emisiones de CO2 y en definitiva en conseguir ahorro energético traducido en una mayor eficiencia, obligan a los fabricantes de equipos de climatización al lanzamiento y comercialización de equipos cada vez más eficientes y respetuosos con el medio ambiente.

Tras la publicación del nuevo Reglamento de gases fluorados (F-gas), en la que el sector debe reducir hasta en un 79% las emisiones de CO2 hasta el año 2030, que se traduce en una disminución directa en los kg de gas refrigerante en el mercado, los fabricantes se han lanzado a un cambio e investigación de nuevas fórmulas de refrigerantes de bajo PCA (Potencia de Calentamiento Atmosférico.

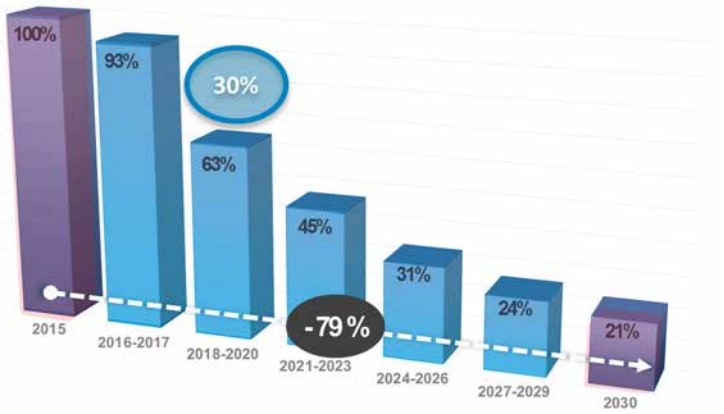


Figura 3. Gráfico objetivo de reducción emisiones CO2.

Todo apunta a que el refrigerante elegido para equipos de baja y media potencia es el R32, un gas con mejores prestaciones termodinámicas que el R410A que precisa de menor número de kg de refrigerante para proporcionar la misma potencia térmica que el R410A y con el que se pueden alcanzar temperaturas de hasta 65ºC sin el apoyo de resistencias eléctricas.

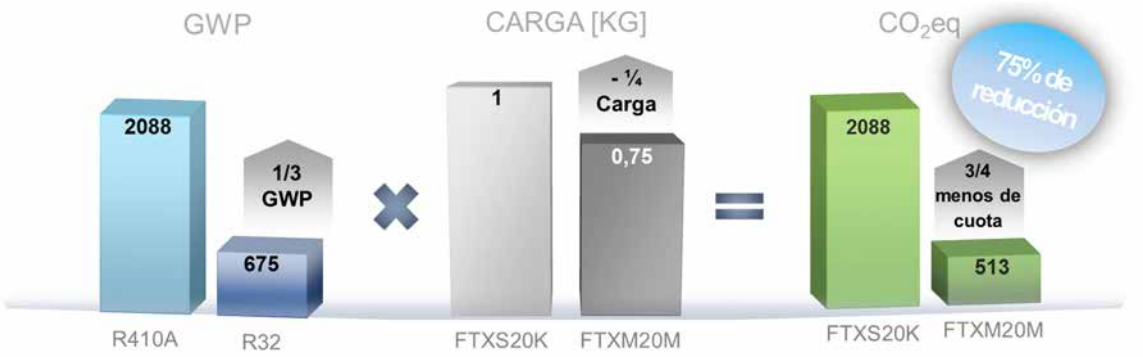


Figura 4. Comparativo emisiones CO2 R410A vs. R32.

Equipos más eficientes

Los fabricantes, han detectado estos requerimientos del sector y se han lanzado en el desarrollo del mejor equipo y más eficiente, por lo que están rediseñando sus equipos, introduciendo mejoras en los compresores, en las baterías de intercambio, lo que sumado a las prestaciones del nuevo gas refrigerante, permite obtener eficiencias estacionales (SCOP) de hasta 5,5.

En la era de la conectividad, la posibilidad de acceder remotamente a los equipos, de gestionar el funcionamiento de una manera ágil y eficiente por parte del usuario, conocer el consumo energético y poder comparar y detectar si se está realizando un mal uso, es algo que ya está al alcance de la mano.

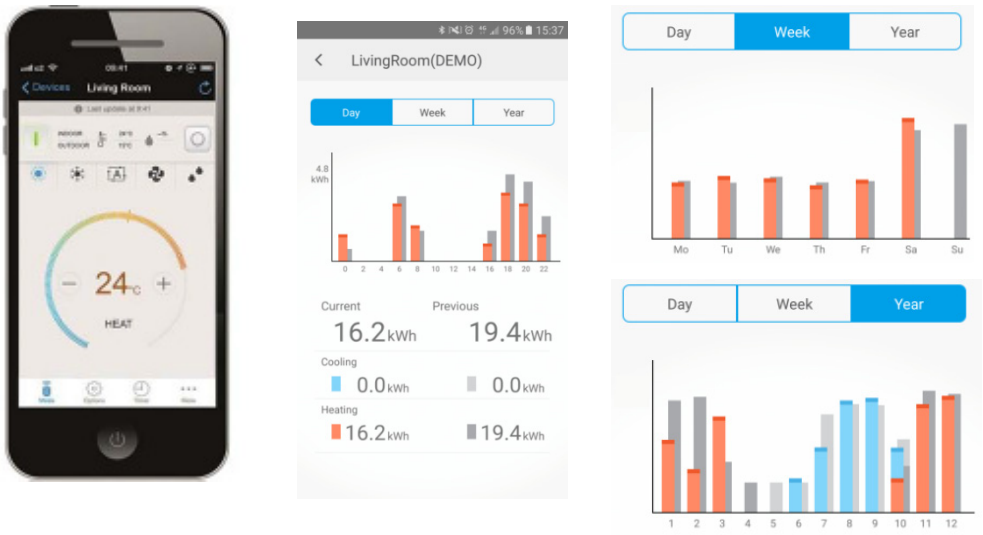


Figura 5. Acceso remoto via Smartphone y control de consumos energéticos.

La compatibilidad con la tecnología fotovoltaica permite que cuando se detecte la producción de energía por parte de paneles, estos equipos recojan una señal para que modifiquen sus condiciones de trabajo y puedan sacar el máximo rendimiento, minimizando la energía eléctrica de origen renovable que se inyecte a la red.

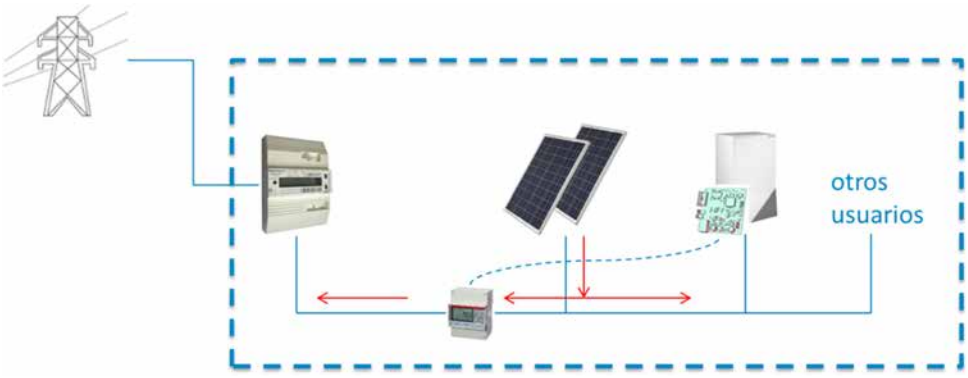


Figura 6. Sistema conexión Red Fotovoltaica.

CONCLUSIONES

La conclusión que podemos sacar es que el confort ya no está reñido con la eficiencia.

Para conseguir los propósitos de edificios con un consumo de energía casi nulo, debemos potenciar el uso fuentes de energía renovable, debemos educar al usuario en el uso eficiente de la energía, pero sobre todo obligar a los fabricantes a poner en el mercado los equipos más eficientes y a la hora de su selección ajustar la potencia de los equipos (bomba de calor) a la demanda real prevista.

PRESENTE Y FUTURO EN LA TECNOLOGÍA DE ENFRIADORAS, LA IMPORTANCIA DEL CONTROL

Álvaro Fernández Sagaseta, Técnico Comercial Delegación Centro, Daikin AC Spain

Resumen: Entre las tecnologías más avanzadas que hay en el mercado incidir en aquellas que afectan directamente sobre la eficiencia: 1) Inverter en todos sus componentes motrices que permite ajustar la potencia térmica entregada a la demandada por la instalación. 2) VVR. Capacidad de los compresores Monotornillo Inverter de adaptar la presión de descarga del compresor a la de condensación gracias a un avanzado control. Estas tecnologías precisan incorporar de un control que se encargue de buscar en cada punto de trabajo la mejor combinación entre ellas. En enfriadoras con compresores y ventiladores inverter, el control permite integrar las curvas de funcionamiento y regular su velocidad para situarlos en el punto óptimo de trabajo.

Palabras clave: PInverter, Relación Volumen Variable, Control, Telegestión

ESTADO ACTUAL DEL MERCADO DE LAS ENFRIADORAS DE AGUA

Normativa

Las cada vez más restrictivas y exigentes normativas europeas en materia de reducción de emisiones de CO2 (normativa F-Gas), así como la exigencia de la fabricación y comercialización de equipos con mayor eficiencia energética y diseño ecológico (normativa EcoDesign y sus LOT correspondientes), obligan a los fabricantes a mejorar las prestaciones de sus productos e innovar en nuevas tecnologías para aumentar los valores mínimos de rendimientos (SCOP y SEER).

Todo aquel producto que no cumpla con ciertos requisitos mínimos actualizados no podrá ser comercializado en el mercado europeo.

Tecnologías aplicadas

Entre las tecnologías más avanzadas que hay en el mercado incidir en aquellas que afectan directamente sobre la eficiencia:

- Introducción de la tecnología inverter en todos sus componentes motrices (motores que accionan el movimiento del compresor, motores que accionan el movimiento de los ventiladores), que permite reducir los picos de arranque, aumentar el factor de potencia y aproximarlo a la unidad, así como ajustar la potencia térmica entregada a la demandada por la instalación y realizar una gestión dinámica de la presión de condensación. Es importante destacar que ya hay fabricantes que refrigeran sus tarjetas de control inverter mediante el propio gas refrigerante asegurando la completa fiabilidad en cualquier condición de temperatura exterior.

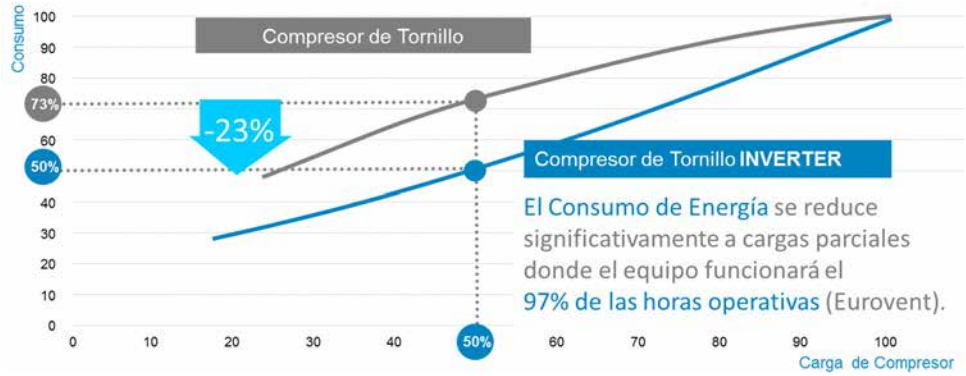


Figura 1. Curvas de eficiencia de compresor Inverter vs. No Inverter.

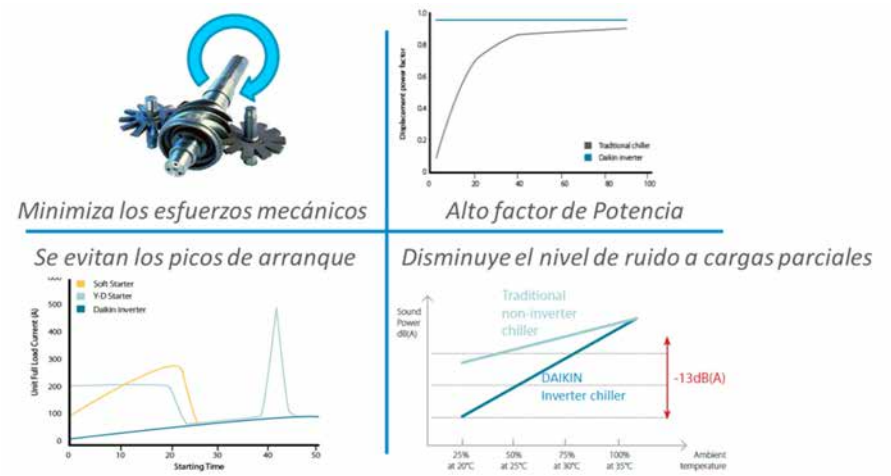


Figura 2. Características fundamentales de la Tecnología Inverter.

- Tecnología VVR: Capacidad de los nuevos compresores Monotornillo Inverter de adaptar la presión de descarga del compresor a la de condensación gracias a un avanzado control (Relación De Volumen Variable).

$$\text{Relación de Volumen}^{\,k} = \frac{P_{Descarga} \cong P_{Condensacion}}{P_{Aspiracion}}$$

Figura 3. Expresión que relaciona las Presiones del compresor con la Relación del Volumen.

Cuando se diseña un compresor, la relación de volúmenes y presiones queda fijada por la geometría del compresor, la cual se mantiene así para cualesquiera que sean las condiciones de trabajo. Esto implica que la mayor parte del tiempo los compresores están trabajando fuera de las condiciones ideales de diseño, consumiendo más energía de la necesaria.

$$\text{Relación de Volumen} = \frac{V_{Aspiracion}}{V_{Descarga}}$$

Figura 4. Expresión que relaciona los Volúmenes del compresor con la Relación del Volumen.

Gracias a este último desarrollo, conocido como “Relación de Volumen Variable”, se realiza un control combinado: la regulación en la velocidad de giro del compresor se adapta a la demanda y la gestión de la válvula corredera ajusta la presión de salida del refrigerante y la iguala a la presión de condensación en todo momento, logrando así unas condiciones ideales de funcionamiento y reduciendo el consumo del compresor significativamente.

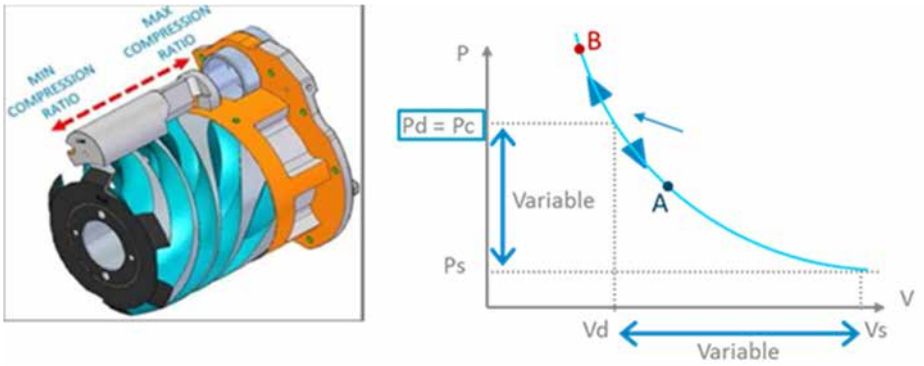


Figura 5. Regulación válvula corredera que ajusta la Presión de descarga a la de condensación.

La importancia del Control

Estas novedades tecnológicas que se introducen en los equipos precisan incorporar de un control que se encargue de buscar en cada punto de trabajo la mejor combinación entre ellas con la finalidad de lograr una mayor eficiencia.

La regulación continua del inverter y el control de la relación de volumen variable proporcionan la capacidad necesaria para satisfacer la demanda, garantizando un control de temperatura de salida de agua muy precisa, lo que proporciona un confort óptimo con los mejores rendimientos posibles en cualquier condición.

En enfriadoras que instalen compresores y ventiladores inverter, este control permite integrar las curvas de funcionamiento y regular su velocidad para situarlos en el punto óptimo de trabajo. Esta mejora en el control supone otro salto en eficiencia energética de la unidad, consiguiendo aumentar notablemente el valor final de esta en los equipos.

Se ha de tener en cuenta a la vista de estos nuevos desarrollos, que la solución de la tecnología Inverter no es tan solo colocar un variador de frecuencia en un componente mecánico o introducir motores EC, si no ser capaz además de gestionar esta tecnología para obtener la mayor eficiencia. Lo realmente importante aquí es el control y gestión de la unidad.

Eficiencia y Telegestión

Gracias a todos estos desarrollos en componentes y a su gestión y control, se logran rendimientos únicos en las enfriadoras con compresores monotornillo, igualando o superando a otras tecnologías como la levitación magnética, sin perder fiabilidad y aumentando los rangos de funcionamiento tanto a plena carga como cargas parciales, principales inconvenientes de los compresores de levitación magnética.

Una de las herramientas que los fabricantes ofrecen para garantizar la eficiencia y fiabilidad de estos equipos, es la posibilidad de realizar una Supervisión y Monitorización remota. Esta herramienta permite recopilar datos operativos desde el sistema de control propio de cada enfriadora de agua (temperaturas, presiones de agua, refrigerante, aire, etc.) y que el Centro de Control propio de cada fabricante convierta estos datos en información útil para el usuario.

El sistema de supervisión remota cuenta con diversas funciones:

- Resumen de operaciones/telegestión.
- Función maestro/esclavo.
- Informes web.
- Diagnosis de avería.
- Actualizaciones remotas.

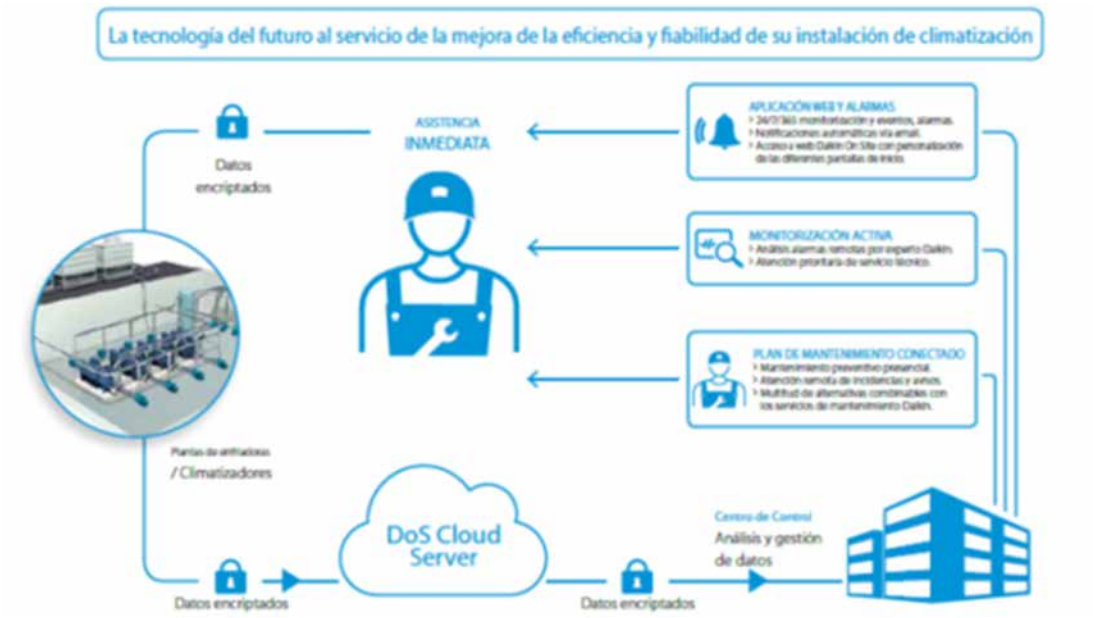


Figura 6. Diagrama de flujo de la Telegestión.

Futuro inmediato

La disminución gradual en las cantidades de gases fluorados que se podrán comercializar en la Unión Europea y que supondrá una reducción de un 79% en el año 2030 respecto a las de 2015, obliga a los fabricantes a elegir para el funcionamiento de sus equipos entre los nuevos gases refrigerantes aquellos con comportamientos y capacidades termodinámicas similares a los actuales. Todo parece indicar que el refrigerante ecológico escogido como sustituto al R134a con el que funcionan los compresores de tornillo es el HFO R1234ze con un Potencial de Calentamiento Atmosférico de 6.

CONCLUSIONES

Son diferentes los factores que están forzando la evolución e investigación en el mundo de las enfriadoras, pero todos ellos comparten un objetivo común, la búsqueda de la eficiencia energética y el respeto por el medio ambiente. Para lograr este propósito, no es suficiente con introducir componentes como un variador de frecuencia o motores EC, sino que la regulación y el control de estos es lo realmente importante si queremos alcanzar valores cada vez más altos en eficiencia y además de cumplir con la normativa vigente poder ofrecer al mercado opciones que hagan de las instalaciones sistemas cada vez más sofisticados y capaces de influir con mayor peso en los ahorros energéticos de los edificios.

ACTIVACIÓN TÉRMICA DE ESTRUCTURAS PARA INCREMENTAR LA PENETRACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

César Bartolomé Muñoz, Director Área de Innovación, Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA)
Arturo Alarcón Barrio, Jefe Área de Sostenibilidad y Construcción Sostenible, Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA)

Resumen: El sector de la edificación representa un porcentaje relevante de las emisiones totales de CO_2. Por este motivo, las políticas de la Unión Europea están dirigidas a reducir estas emisiones. Además de estos esfuerzos regulatorios, los expertos apuntan a la necesidad de electrificar los edificios con el fin de aumentar la penetración de las renovables en la generación eléctrica y conseguir así la descarbonización paulatina del sector de la edificación. Sin embargo, la mayor presencia de renovables en la generación eléctrica implica un grado elevado de incertidumbre que únicamente se puede reducir o eliminar mediante el almacenamiento energético en los edificios con sistemas como la activación térmica de estructuras.

Palabras clave: Activación Térmica, Renovables, Hormigón, Inercia Térmica

INTRODUCCIÓN

Los objetivos de la Unión Europea para el año 2030 se centran en tres puntos:

- Reducir en un 40% la emisión de gases de efecto invernadero con respecto al año 1990.
- Mejorar la eficiencia energética en un 27%.
- Incrementar la penetración de las energías renovables en un 27%.

El objetivo de reducción de las emisiones de GEI está condicionado al cumplimiento de los otros dos objetivos, por lo que es esencial centrarse en ellos.

En lo relativo a edificación, para los edificios de nueva construcción, los desarrollos tecnológicos actuales permiten una mejora de la eficiencia energética superior al 27%, con el diseño y construcción de ECCN, debiéndose centrar los esfuerzos en el parque construido, que no es objeto de esta comunicación.

Sin embargo, cuando hablamos de incrementar la penetración de las energías renovables, alcanzar el 27% no es tan sencillo, ni siquiera para edificios de nueva construcción, por lo que es necesario avanzar en diseños novedosos de edificios que permitan la consecución de dicho objetivo.

ELECTRIFICACIÓN

La mayor parte de los expertos coinciden en que la única vía para descarbonizar completamente la economía es la electrificación de todos los sectores. La generación eléctrica ha iniciado un proceso de descarbonización que continuará en los próximos años, con un escenario de cero emisiones para el año 2050. Por este motivo, la utilización de electricidad en el entorno final supondrá necesariamente un incremento de la penetración de las energías renovables.

Sin embargo, el sector de la edificación no puede delegar toda la responsabilidad en otros sectores y debe también tomar las medidas necesarias para alcanzar los objetivos planteados con sus propios recursos. Si bien es cierto que hay un porcentaje muy significativo del consumo que ya está electrificado: luminarias, electrodomésticos o incluso los sistemas de refrigeración; la calefacción sigue siendo la asignatura pendiente, ya que según datos del IDAE, más del 50% de los sistemas de calefacción en España continúan siendo calderas de combustión. A esto hay que añadir gran parte de los sistemas de calefacción que ya están electrificados se basan en radiadores eléctricos de muy baja eficiencia, los cuales no cumplirían con el objetivo de eficiencia energética previamente expuesto.

Es por tanto necesario avanzar en soluciones que permitan, por un lado, electrificar el consumo, como se ha dicho, pero también integrar energías renovables en el propio edificio.

En este sentido, la activación térmica de estructuras se ha convertido en una solución idónea que permite combinar los sistemas de climatización con energías renovables en el propio edificio (geotermia y aerotermia) y superar los problemas que presentan las energías renovables presentes en la red (incertidumbre en la generación).

¿QUÉ ES LA ACTIVACIÓN TÉRMICA DE ESTRUCTURAS?

Un edificio de gran inercia térmica es un edificio que, independientemente de su diseño, será capaz de mantener la temperatura interior más estable que en un edificio que no posea esta propiedad. En edificios de uso continuo, aumentar la inercia térmica significa reducir los consumos sin necesidad de ninguna medida adicional.

La activación térmica consiste en la búsqueda de diseños que, mediante la circulación de aire o agua sea capaz de calentar o enfriar la estructura cuando el usuario quiera.

Existen sistemas de activación "naturales" basados en la radiación solar o en la ventilación cruzada. En estos casos, el diseño debe permitir que tanto la radiación solar como la ventilación natural incidan sobre los elementos masivos para calentarlos o enfriarlos. Ahora bien, como se trata de sistemas que dependen de la climatología exterior, presentan bastante incertidumbre. Además, el intercambio de calor no es tan eficiente como en los conocidos como forjados activados térmicamente. Independientemente de estas limitaciones, este tipo de diseños han demostrado ser muy eficaces en climas con un gradiente térmico relevante entre el día y la noche, con ahorros de hasta el 60% en los consumos de climatización.

El último escalón en la activación térmica de edificios es forzar la circulación de agua por unos tubos embebidos en la estructura, controlando su temperatura mediante una caldera o bomba de calor exterior, mientras esta estructura, gracias a su inercia térmica, actúa como sumidero o fuente de calor en función de las necesidades, y estabiliza la temperatura interior del edificio.

En principio, se puede activar cualquier elemento masivo de hormigón, ya sean forjados, cerramientos o particiones interiores. Sin embargo, hasta la fecha la única solución realmente comercial que existe son los forjados activados térmicamente (TABs por sus siglas en inglés), no conociendo el autor de este artículo la existencia de cerramientos prefabricados de hormigón activados térmicamente, si bien sí se están haciendo pruebas en este sentido.

La colocación de los tubos en el interior de la estructura es una operación relativamente sencilla, ya que es posible atarlos con bridas a las armaduras tanto si se construye con elementos prefabricados, como si se realiza in situ. Previamente es necesario determinar la densidad de los tubos por metro cuadrado para garantizar que la temperatura de activación de la estructura es uniforme.



Figura 1. Posicionamiento de los tubos de activación sobre la armadura de un forjado (Fuente: IDOM).

Por lo general, los tubos están fabricados con un material plástico, son estables dimensionalmente, poseen una elevada capacidad de carga y resultan flexibles. Además, deben proporcionar una resistencia mínima y una durabilidad acorde a la estructura en la que se van a embeber.

En función de las dimensiones en planta del forjado, el sistema se modula y se independiza, de manera que no sea necesario activar todo el forjado, flexibilizando su uso. Además, si se produce una avería, es posible aislarla y repararla de forma previa al hormigonado. Este es un punto muy delicado, hay que hacer pruebas de estanqueidad y asegurarse

que el sistema no tiene fugas, ya que una vez que el hormigón ha endurecido, las reparaciones son muy complicadas y costosas.



Figura 2. Sede de la empresa IDOM con forjados activados térmicamente (foto cortesía de IDOM).

FUNCIONAMIENTO DE LOS FORJADOS ACTIVADOS TÉRMICAMENTE

La principal característica de un sistema de activación térmica de forjados es el desacoplamiento del consumo y de la demanda energética. Los TABs acumulan energía térmica de manera constante, eliminando picos y, por lo tanto, reduciendo el tamaño y la potencia de los equipos de climatización. Esto se traduce en una mayor economía y una reducción del consumo.

En la figura 3 se puede observar el principio de funcionamiento de una estructura activada térmicamente cuando funciona en modo refrigeración.

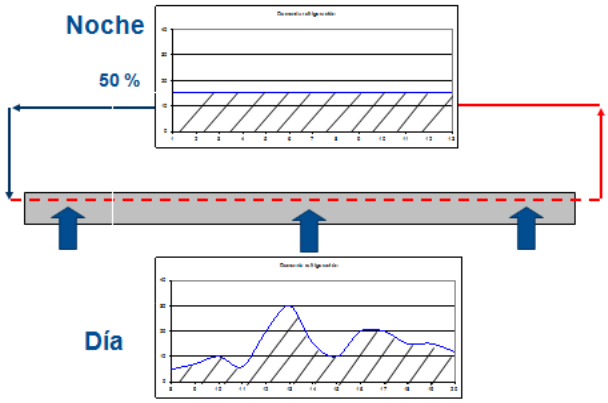


Figura 3. Esquema de funcionamiento de un sistema inercial activado térmicamente (gráfico cortesía de Antonio Villanueva Peñalver, IDOM).

En este caso concreto, durante la noche se hace circular agua fría por el forjado para enfriar tanto la estructura como el ambiente hasta una temperatura de confort (20º). Durante el día, el edificio se calienta debido al incremento de las temperaturas externas y a las cargas internas de uso del edificio (usuarios, equipos, etc.). Este calor generado, lo absorbe el forjado incrementando su temperatura en aproximadamente 2 ºC y, de esta manera, consigue mantener la temperatura ambiente en el rango de confort (23-24 ºC) sin necesidad de refrigeración adicional. Al final del día, el forjado vuelve a enfriarse hasta los 20 ºC y así de manera cíclica.

En este modo de funcionamiento, si la temperatura externa nocturna es lo suficientemente baja, no es necesario utilizar una enfriadora y es suficiente con una torre de refrigeración que permita el intercambio de calor del fluido con

la bóveda celeste. En el caso de que la temperatura exterior no descienda, se utiliza una enfriadora que trabajará de manera continua durante varias horas a muy baja potencia y, por lo tanto, con bajos consumos.

Cuando el sistema funciona en modo calefacción, es necesario circular por los tubos agua caliente, para lo que se tiene que conectar el circuito de agua a una caldera de condensación o a una bomba de calor.

LAS ESTRUCTURAS ACTIVADAS TÉRMICAMENTE Y EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS EUROPEOS

El principal inconveniente de las energías renovables es la incertidumbre en su producción, lo que, unido a las limitaciones tecnológicas para el almacenamiento de energía eléctrica, supone un problema crítico que es necesario resolver previo a incrementar la penetración de las energías renovables en el mix eléctrico nacional. Dado que las baterías de acumulación actuales son caras, no proporcionan un respaldo suficiente y tienen grandes dimensiones; la solución pasa por soluciones a gran escala (bombeo de agua en centrales hidroeléctricas) o por la descentralización del almacenamiento en los puntos de consumo.

Es en este punto donde los forjados activados térmicamente aportan una solución a gran parte del problema, ya que los forjados térmicamente activos trabajan como baterías térmicas que se puede cargar cuando el coste de la energía es menor o cuando hay disponibilidad de energías renovables, utilizándose dicha energía cuando es necesario. Además, como el sistema es muy estable en el tiempo, se reducen los consumos significativamente. Es decir, se consigue un menor consumo, más barato y con menos incertidumbre.

Por otro lado, las energías renovables, geotermia o aerotermia combinadas con una bomba de calor, tienen una baja exergía. La exergía se puede definir de manera simplificada como la parte de la energía de un sistema que es capaz de realizar trabajo con su entorno. Se puede decir que es la calidad de la energía.

A efectos prácticos, esta baja exergía afecta al rendimiento del sistema. Las bombas de calor tienen un alto rendimiento cuando la temperatura que es necesario alcanzar en el circuito secundario es baja, mientras que el rendimiento decae drásticamente a altas temperaturas. Por este motivo, la combinación de una bomba de calor con sistemas de radiadores tradicionales a 60-70º C carece de sentido, mientras que se trata de una solución óptima en el caso de sistemas radiantes o de forjados térmicamente activos con temperaturas de impulsión en torno a los 30 - 40ºC.

A modo de ejemplo, si se utiliza energía geotermia para calentar el agua del circuito, el sistema cuenta con una bomba de calor eléctrica que alcanza rendimientos (coefficient of performance, COP) de hasta 5. Esto quiere decir que por cada kWh eléctrico consumido por la bomba de calor, el sistema es capaz de generar 5 kWh térmicos, es decir, el 80% de la energía de calefacción necesaria es gratis y renovable. Si se utiliza la geotermia junto con un sistema de calefacción tradicional en base a radiadores, el rendimiento del sistema (COP) se reduce a 2.

En el caso de utilizar energía solar, es necesario disponer de un sistema de apoyo tradicional (caldera), si bien se estiman ahorros de entre un 30 y un 40% gracias a la activación térmica de la estructura (Fenercom, 2014).

En resumen, la activación térmica de estructuras ayuda a reducir la incertidumbre en la generación inherente a las energías renovables y permite una mayor eficiencia de los sistemas cuando se alimentan con este tipo de energía.

LAS ESTRUCTURAS ACTIVADAS TÉRMICAMENTE EN EL FUTURO

La activación térmica de las estructuras también tiene limitaciones para la gestión de las energías renovables, siendo la más relevante la capacidad de almacenamiento de la estructura. La cantidad de energía térmica que se puede almacenar en un forjado está limitada por el volumen de hormigón y por su calor específico, lo que en general implica que este tipo de sistemas funcionen en ciclos diarios.

Sin embargo, hay trabajos en marcha para desarrollar cerramientos, particiones interiores e incluso falsos techos activados térmicamente o nuevos materiales en base cemento con una mayor capacidad de almacenamiento térmico. El objetivo es alargar el ciclo de funcionamiento a dos o tres días o incluso a una semana. De esta manera, se conseguirían edificios con una autonomía de climatización de una semana, lo que permitiría prácticamente eliminar la incertidumbre en la generación de energías renovables y facilitaría la producción eléctrica in situ, permitiendo la independencia del edificio de la red.

Esta mayor capacidad de almacenamiento debería combinarse con los nuevos desarrollos tecnológicos de gestión de datos o inteligencia artificial para lograr que el edificio interactuara de manera automática con la red, cargándose y descargándose de manera automática en función de la predicción meteorológica o del comportamiento del usuario. Los algoritmos de interacción con la red y la contribución de la inercia térmica de los edificios a sistemas inteligentes de gestión de la demanda son la base del proyecto europeo SABINA que actualmente se encuentra en desarrollo.

GUÍAS PARA LA UTILIZACIÓN DE LA ACTIVACIÓN TÉRMICA DE FORJADOS

Como se ha visto en el punto anterior, los forjados activados térmicamente son una solución óptima, si bien hay que tener en cuenta ciertos aspectos:

1. Los sistemas inerciales son óptimos para climas con un gradiente térmico alto y cíclico entre el día y la noche, y con un uso del edificio estable (oficinas, residencial, hospitales, etc.). Por el contrario, es menos eficiente en zonas climáticas con una temperatura exterior muy estable y no tiene sentido en edificios de ocupación ocasional, residencias de fines de semana, por ejemplo.
2. Los elementos masivos que se activen, ya sean forjados o muros, deben estar en contacto directo con el ambiente, ya que en caso contrario no se produce un intercambio de calor eficiente. Si se trata de cerramientos, el aislamiento debe ser exterior, y por el interior es preferible que el muro quede visto o, a lo sumo, que tenga un enlucido de muy poco espesor, 1 ó 2 mm.
3. El elemento de activación más eficiente es el techo, porque tiene una superficie expuesta muy grande sin ningún tipo de elemento intermedio como ocurre en el suelo: alfombras, muebles, etc.
   Existe la creencia de que sólo funcionan los techos fríos y los suelos calientes porque la convección del aire hace subir el calor y bajar el frío. Esta creencia es errónea porque la influencia de la convección en la eficiencia del sistema es baja y el intercambio de calor se hace principalmente por radiación (Friembichler et al., 2017).

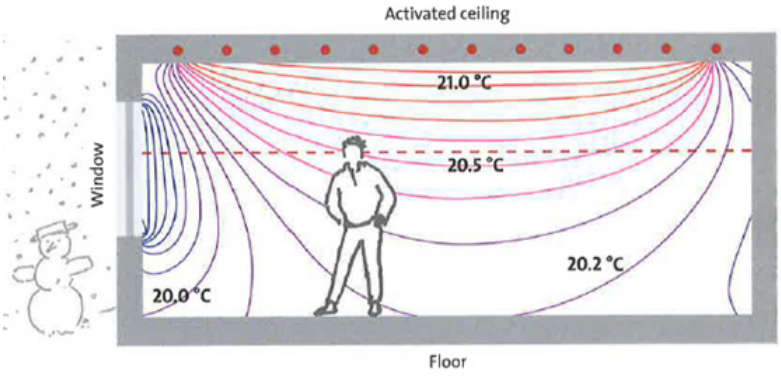


Figura 4. Distribución de temperaturas de un techo activado térmicamente.

EL CONFORT TÉRMICO

Por último, es importante indicar que, desde un punto de vista de confort térmico, estos sistemas proporcionan paramentos fríos o cálidos, mucho más agradables que las corrientes de aire procedentes de otros sistemas de climatización, tal y como se muestra en la Figura 5, y es muy común en edificios de oficinas.

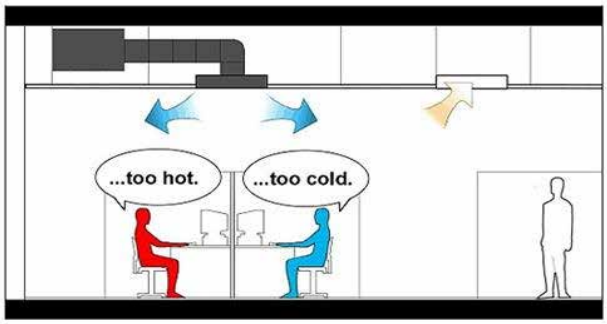


Figura 5. Problemas de confort en los sistemas de refrigeración mediante flujos de aire.

Por el contrario, en los sistemas inerciales, las temperaturas son mucho más estables, como se muestra en la Figura 6.

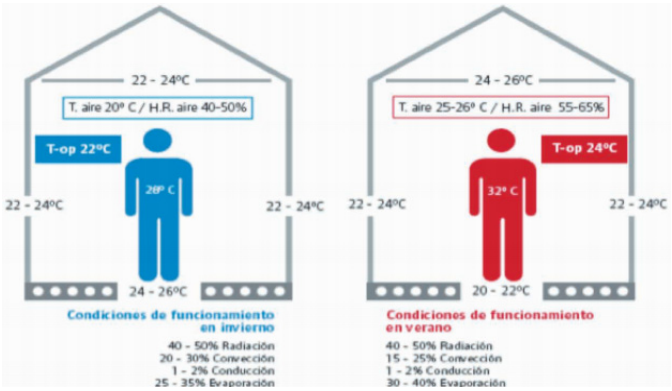


Figura 6. Condiciones de confort térmico en sistemas inerciales (Fuente: Israel Ortega Cubero, UPONOR)

CONCLUSIONES

El hecho de que las estructuras térmicamente activas funcionen como baterías permiten al usuario:

- Consumir energía en los momentos que más le interese.
- Disponer de un sistema de calefacción agradable de alto confort térmico.
- Aumentar el espacio útil del edificio por la eliminación de los sistemas tradicionales de climatización y por la disminución del tamaño de los equipos.
- Incrementar la penetración de energías renovables en la climatización de edificios.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la información suministrada sobre el comportamiento de los forjados activados térmicamente a Antonio Villanueva Peñalver de IDOM. Dicha información ha sido imprescindible para la elaboración de este artículo.

REFERENCIAS

[1] "Guía sobre estructuras termoactivas y sistemas inerciales en climatización de edificios", Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, Madrid, 2014.

[2] "Thermal component activation", Felix Friembichler et al., bmvit y VŌZ, primera edición inglesa, Viena, febrero 2017.

NUEVO EDIFICIO DE BRIGADAS DE SANT BOI: MÁXIMA COBERTURA RENOVABLE Y CONTROL ENERGÉTICO AVANZADO - BUSCANDO LA MÁXIMA EFICIENCIA Y RESILIENCIA

Carlos Alonso Castro, Director Técnico, Cefiner
Zeljko Kulic, Jefe Servicio de Equipamientos Públicos, Ayuntamiento de Sant Boi de LLobregat

Resumen: El Ayuntamiento de Sant Boi de Llobregat ha promovido el proyecto ejecutivo para la construcción de un nuevo edificio de Brigadas. La directriz del ayuntamiento ha sido desde el principio la de diseñar un edificio ejemplar a nivel de comportamiento energético pero también a nivel de resiliencia, dado que los servicios básicos del ayuntamiento (emergencias, brigadas, etc) deberían quedar funcionales en caso de emergencia o catástrofe. En esta comunicación nos centramos en el proceso de diseño a nivel energético, con la idea de obtener un edificio ECCN con calificación energética A e incluso de energía positiva. Como puntos clave del proceso, ponemos de manifiesto la importancia de la ingeniería de energía y de la simulación energética en el diseño de edificios, buscamos la máxima cobertura renovable introduciendo un sistema de almacenamiento en baterías y proponemos un sistema de control avanzado que permita tanto minimizar consumos y costes energéticos como gestionar la resiliencia del edificio. Con este proyecto hacemos patente la relación entre sostenibilidad y resiliencia para edificios y ciudades**.**

Palabras clave: EECN, Resiliencia, Renovables, Baterías, Control, Simulación, IoT

INTRODUCCIÓN

La principal motivación de este proyecto surge de la concienciación de cada vez más instituciones públicas en lo que a la eficiencia energética en los edificios se refiere.

Una de estas instituciones es la Comisión Europea. A finales de 2016 se lanzó desde la Comisión un marco de directivas y reglamentos, llamado *Winter Package*, dentro del cual se promulgó en 2018 la nueva Directiva de eficiencia energética de los edificios (Directiva UE 2018/844 [2]). Esta nueva directiva incide en la necesidad de mejorar sustancialmente la eficiencia del parque de edificios de la UE para llegar al objetivo de reducción del 40% en las emisiones de gases de efecto invernadero acordada para 2030. Se incide en aspectos como el fomento de la inteligencia de los edificios, el uso de nuevas tecnologías como el *Internet of Things*, el empoderamiento de los usuarios, la importancia del control y la supervisión del rendimiento, la flexibilidad de demanda y la integración del vehículo eléctrico. Esta directiva deberá transponerse antes de mediados de 2020.

Por su parte, el compromiso con la sostenibilidad del ayuntamiento de Sant Boi de Llobregat data de muchos años. Es la única ciudad que ha recibido en dos ocasiones el Premio a la Ciudad más Sostenible, otorgado por la Fundación Fórum Ambiental con el apoyo del MAPAMA [1]. Sus políticas ambientales priorizan aspectos como la prevención y recogida de residuos, la educación ambiental, la eficiencia en edificios municipales, la monitorización de consumos y la gestión de la contaminación ambiental y acústica.

El ayuntamiento busca, además de la máxima eficiencia, conseguir que los edificios municipales tengan la máxima resiliencia, mediante su Plan Estratégico de resiliencia urbana. La resiliencia urbana es una de las nuevas ramas del urbanismo: construir ciudades que sean capaces de prepararse, resistir y recuperarse de cualquiera amenaza. No por nada, y según la ONU [3], “el 80% de las ciudades más grandes del mundo es vulnerable a los terremotos, el 60% corre el riesgo de marejadas o tsunamis y todas enfrentan los nuevos impactos causados por el cambio climático”. Es por ello que el ayuntamiento de Sant Boi busca incorporar técnicas y tecnologías que permitan mantener en funcionamiento los edificios municipales, y en especial los más críticos (hospitales, servicios de emergencias, etc), ante catástrofes y emergencias.

Ciertamente, como se dejará patente en este artículo, una sostenibilidad elevada implica una mayor resiliencia. Un edificio que es capaz de autoabastecerse es implícitamente resiliente. Por lo tanto, los dos objetivos de este proyecto se entremezclan y se potencian. La búsqueda de la máxima sostenibilidad y eficiencia redundará en aumentar la resiliencia del edificio.

Cefiner, ingeniería de la energía especializada en proyectos integrales en cuanto a eficiencia e incorporación de renovables y vehículo eléctrico, ha participado en el grupo de trabajo BIM creado por el ayuntamiento encargado del

diseño del edificio y de la posterior redacción del proyecto ejecutivo. La tarea de Cefiner dentro de este grupo ha sido la de optimizar el comportamiento energético del edificio diseñado. La solución desarrollada ha permitido conjugar y maximizar la eficiencia y la resiliencia del edificio:

mínimo consumo + máxima cobertura renovable + sistema de control avanzado

EL PROYECTO: DISEÑO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO

Los objetivos fundamentales que se plantearon a nivel energético desde el ayuntamiento a la hora de iniciar el diseño del nuevo edificio de Brigadas de Sant Boi de Llobregat fueron 4:

- Incorporar la eficiencia en todas las etapas de diseño, y enfocar el proceso de manera que facilite la consecución de las certificaciones BREEAM y LEED
- Máxima eficiencia: Diseñar un edificio con calificación energética A
- Máxima autosuficiencia
- Máxima inteligencia y automatización

Estos objetivos, innegociables por parte del cliente, deberían influir muy positivamente en la resiliencia del edificio.

En los siguientes apartados exponemos los aspectos que consideramos claves en el éxito obtenido en la consecución de los objetivos marcados.

Participación de la ingeniería de la energía a lo largo de todo el proceso de diseño

Una de las claves del éxito en la consecución de los objetivos marcados a nivel de diseño energético ha sido la participación de la ingeniería de la energía en todas las etapas de diseño del edificio.

Frecuentemente, en un proceso de concepción de edificios tradicional, desde los departamentos de arquitectura se prioriza la componente estética a los criterios de sostenibilidad, sin prestar atención a la influencia de la forma arquitectónica en el rendimiento energético del edificio. Se confía el confort a los sistemas de climatización. En este proyecto, y gracias a la participación de una ingeniería de la energía en el diseño, se ha buscado dar el enfoque contrario al proceso: la mayor parte del confort se deberá conseguir gracias a la forma, la proporción, los materiales y la orientación elegidos; en menor medida, a los sistemas pasivos, que aprovechan las condiciones climáticas del entorno; y, por último, a los sistemas activos de alta eficiencia alimentados con energías renovables.

Para lograr este enfoque, en el proyecto se ha fomentado y logrado la interacción casi constante entre los actores implicados en el diseño con influencia en el comportamiento energético: arquitectura, instalaciones e ingeniería de energía. Cefiner ha tomado el rol de líder a la hora de las propuestas y la toma de decisiones a nivel energético. Se ha logrado, mediante las herramientas de compartición de información 3D (como Bimsync), que los actores implicados cuenten siempre con la información más actualizada del diseño del edificio, y que pueda haber una realimentación de ideas, propuestas y tests de manera que siempre se avance en el diseño teniendo en cuenta el cumplimiento de los 4 objetivos fundamentales indicados más arriba.

Un ejemplo de la participación de Cefiner en el diseño es la selección, en fase de anteproyecto, del modelo arquitectónico que se desarrollaría de entre las 3 propuestas de arquitectura, en base a criterios de eficiencia y adecuación a las renovables. Las 3 propuestas se muestran en la Figura . La tabla siguiente muestra los criterios que se han seguido para eliminar cada una de las 2 propuestas desechadas:

Modelo arquit.	Criterios por los que ha sido desechado
3	• Orientación: Orientación E-O de oficinas, problemas de insolación en verano • Adecuación a renovables: Excesivas sombras en cubierta por forma y orientación
2	• Factor de forma: Mayor factor de forma respecto a opción 1 • Simulación de demanda: La demanda de climatización del edificio (en kWh/m^2) en simulación es superior a la de la opción 1
1	Modelo seleccionado

Tabla I. Criterios de selección del modelo arquitectónico ejecutado.

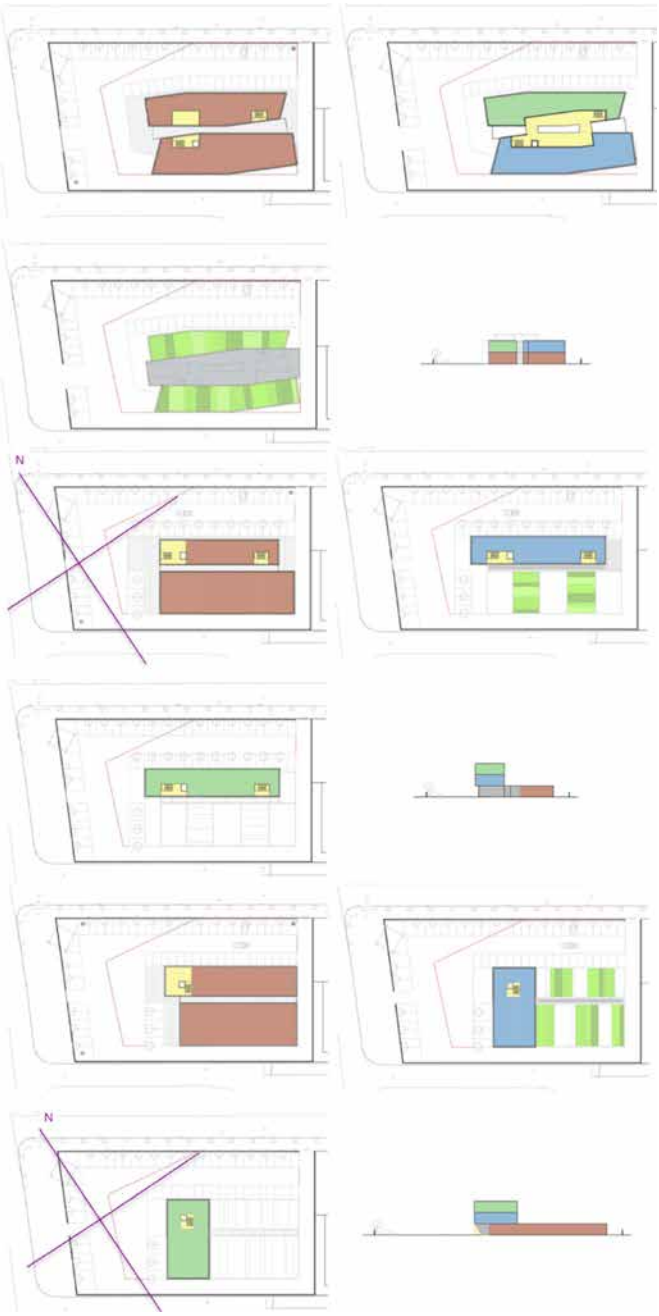


Figura 1. Modelos arquitectónicos 1 (arriba izq.), 2 (arriba dcha.) y 3 (abajo) presentados por arquitectura.

Durante el resto del proceso del diseño, Cefiner ha seguido asesorando y participando en las decisiones con impacto en el comportamiento energético del edificio. Algunos ejemplos de estas decisiones serían:

- Mejora de las transmitancias de los cerramientos de la piel del edificio
- Optimización del tamaño de los huecos en fachada
- Selección de las tecnologías de clima y generación ACS
- Situación de las instalaciones en cubierta

La simulación energética como herramienta fundamental

Una de las grandes ventajas de la metodología BIM es el hecho de diseñar y compartir la información en formato 3D. El paso de 2D a 3D es fundamental a la hora de integrar y verificar las aportaciones de cada uno de los actores en el diseño del edificio. El trabajo en 3D simplifica el intercambio de información entre los diferentes actores implicados en el diseño y facilita la simulación energética. Todos los actores hablan el mismo lenguaje 3D.

La simulación energética, gracias a la potencia de los ordenadores actuales, se está convirtiendo en una herramienta básica y accesible para conocer el comportamiento energético de edificios. La potencia de los simuladores dinámicos, y en especial de los basados en el motor Energyplus, permite obtener resultados detallados y precisos.

En el proyecto que nos incumbe, la simulación energética del edificio en diseño se ha ido utilizando desde las primeras etapas hasta las últimas, introduciendo los cambios y modificaciones que van apareciendo en el diseño en cada etapa. La simulación se convierte en una herramienta fundamental para la optimización del diseño energético del edificio. Ha permitido:

- Seleccionar la opción arquitectónica óptima entre las propuestas por arquitectura.
- Simular en detalle el comportamiento energético que tendrá el edificio. Esto nos ha permitido calcular la curva de carga eléctrica hora a hora, permitiendo discriminar los consumos estimados de los diferentes equipos. Así, ha sido una herramienta primordial a la hora de diseñar y dimensionar los sistemas fotovoltaico y de almacenamiento con baterías y a la hora de dimensionar el suministro eléctrico o el generador de emergencia.

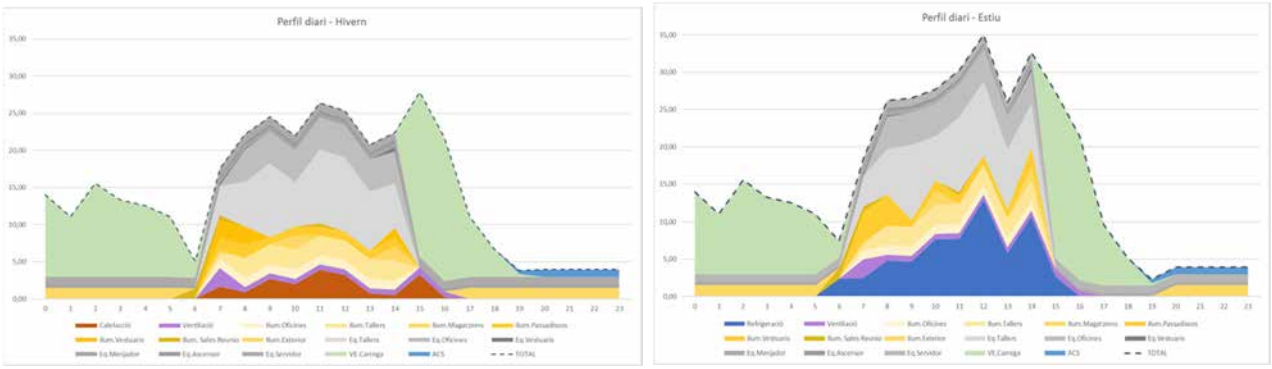


Figura 2. Perfiles tipo de consumo horario, con discriminación por tipo de equipos, en invierno (izq.) y en verano (dcha.).

- Obtener la calificación energética del edificio con las diferentes opciones de materiales e instalaciones estudiadas, y guiar el diseño hacia el objetivo de obtener la calificación A.

Máxima cobertura renovable: fotovoltaica + baterías

Para poder satisfacer el requisito del cliente de obtener una máxima autosuficiencia, al mismo tiempo que se influye decisivamente en la consecución de una calificación energética A e incluso un balance energético positivo del edificio (genera más energía de la que consume), se ha optado por diseñar una instalación fotovoltaica de autoconsumo complementada con una instalación de baterías de Li-ion para almacenamiento.

Durante el diseño, se ha debido llegar a un compromiso entre las expectativas del cliente (un 100% de autosuficiencia) y el precio de la instalación. Debido a que el edificio contará con una flota de vehículos eléctricos y 16 cargadores, y que estos vehículos se cargaran en parte en horario nocturno, obtener una cobertura renovable del 100% a base de baterías encarece mucho la instalación (hay que pensar también que el espacio para fotovoltaica es limitado). En las siguientes figuras se observan los parámetros principales considerados en el cálculo de las instalaciones fotovoltaica y de baterías. Se han empleado softwares de simulación como PVSyst y Homer para obtener comportamientos de FV y baterías:

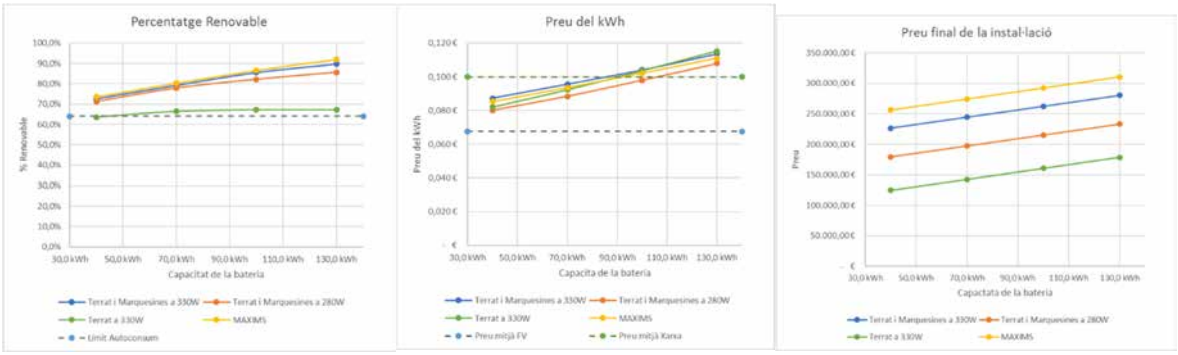


Figura 3. % cobertura renovable, precio del kWh entregado y coste total de la instalación para diversas potencias de FV y diversos tamaños de batería.

Se observa por una parte cómo es muy costoso llegar a obtener valores cercanos al 100% de cobertura renovable. Y por otra, muy importante, que con los precios actuales de baterías (se han considerado 400 €/kWh), instalaciones muy grandes (y por lo tanto con elevada cobertura renovable) dejan de ser rentables, pues el precio del kWh entregado es superior al de electricidad de la red (unos 0,1 €/kWh para tarifa 3.0A).

Para maximizar la instalación fotovoltaica se ha utilizado la cubierta (respetando los requisitos estéticos de arquitectura), la parte alta de la fachada y marquesinas que servirán para cubrir el parking. Se obtiene una instalación de 99,5 kWp, que generará 138 MWh/año. En cuanto a la instalación de baterías, se ha diseñado un sistema de 140 kWh de capacidad, con un cargador bidireccional de 100 kW.

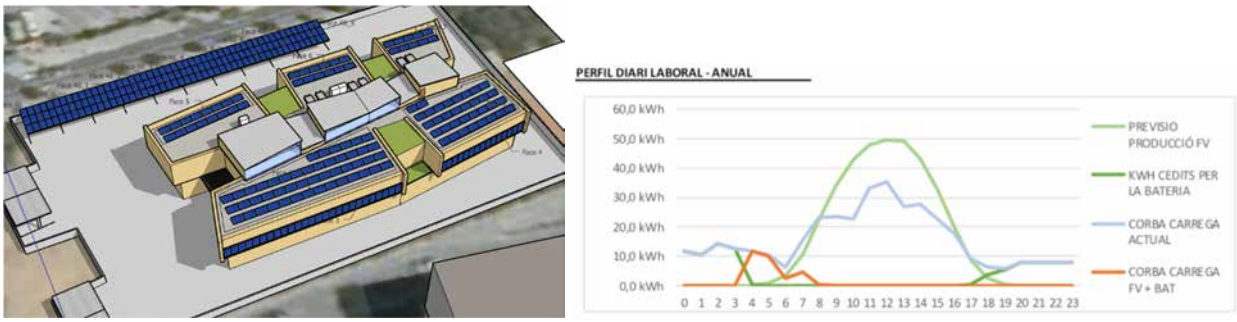


Figura 4. Instalación fotovoltaica de 99,5 kW proyectada (izq.). Curvas de carga y de generación y curva de carga resultante (naranja).

Control energético avanzado: gestión de la demanda + IoT

El último elemento clave para cumplir con los objetivos marcados ha sido el diseño y prescripción de un sistema de control energético avanzado para el edificio. Este sistema está compuesto por varios niveles: un control local en el edificio, que se encarga de la gestión automática del mismo, un nivel cloud que permite el almacenamiento seguro y el tratamiento de datos, aplicando IA, y un nivel de aplicación web, que actúa como interfaz de usuario y que permite el control remoto desde cualquier lugar mediante internet. Este tipo de sistema permitirá lograr varios hitos:

- Realizar una gestión automática de la demanda que permita minimizar los consumos y costes
- Optimizar la cobertura renovable mediante el desplazamiento de cargas, en especial el vehículo eléctrico
- Aplicar estrategias de peak shaving que permitan reducir costes por potencia
- Gestionar la resiliencia del edificio, alargando la autonomía del mismo

El diseño del sistema de control está basado en el sistema Quantum Smart Energy de Cefiner, un sistema de control que permite la gestión de la demanda, utilizando un concepto IoT y Cloud, gestionando automáticamente mediante algoritmos de optimización energética cargas como la iluminación, climatización, ventilación y el vehículo eléctrico.

Las principales funcionalidades de control previstas para el edificio son las siguientes:

- Gestión de la climatización en función de horario, presencia, temperatura de consigna eficiente.
- Gestión de la ventilación por calidad de aire. Freecooling. Gestión de la ventilación natural del patio interior.
- Gestión de la intensidad de la iluminación. Control por horario y presencia.
- Gestión de la carga del vehículo eléctrico. Prioridad a la carga "solar". Modulación de la carga para evitar excesos de potencia. Cargas prioritarias
- Diversas estrategias con baterías: Máximo aprovechamiento fotovoltaico, mínimo precio, peak shaving, reserva de emergencia.
- Gestión del edificio en modo emergencia: Funcionamiento modo SAI, reducción de consumos no indispensables, gestión de los suministros en emergencia (baterías, solar, generador).
- Alarmas ante cualquier funcionamiento incorrecto o avisos de mantenimiento predictivo.

Este sistema permitirá, además, incorporar al edificio a estrategias de flexibilidad y agregación de demanda en un futuro. Como último apunte, indicar que un sistema de control energético es esencial para un buen mantenimiento de las instalaciones, permitiendo el mantenimiento predictivo.

RESULTADOS

Resumimos los resultados principales en la siguiente tabla:

Calificación energética sin fotovoltaica	Energía Primaria: B
	Emisiones: B
Calificación energética con fotovoltaica	Energía Primaria: A
	Emisiones: A
Edificio EECN	Si, cumple con DB HE
Consumo de energía	98,8 MWh/año
Generación energía	138 MWh/año
Cobertura renovable	87%
Autonomía edificio (solo con baterías)	1,2 días (incluyendo vehículos eléctricos)

Tabla II. Resumen resultados.

Por lo tanto, podemos afirmar que se han cumplido los objetivos marcados por el cliente.

CONCLUSIONES

- Es sencillo conseguir EECN con un adecuado proceso de diseño. La ingeniería energética debe participar en todas las etapas del diseño. Con un esfuerzo adicional en la selección de materiales e instalaciones la calificación A es relativamente fácil.
- La metodología BIM ayuda a conseguir esta máxima sostenibilidad gracias al potente intercambio de información 3D entre actores implicados.
- Sostenibilidad y resiliencia están íntimamente relacionadas. La resiliencia urbana se presenta cada vez más necesaria.
- Es posible obtener una elevada autosuficiencia en los edificios mediante sistemas de almacenamiento y control. El almacenamiento, sin embargo, aún no es suficientemente rentable en muchos casos.
- Los sistemas de control energético constituirán la base tecnológica a nivel de energía de los edificios del futuro cercano. Permitirán gestionar automáticamente el edificio, pero también realizar un correcto mantenimiento y supervisión de las instalaciones.

AGRADECIMIENTOS

Nos gustaría agradecer a nuestros compañeros de equipo BIM, en especial a instalaciones y arquitectura, su inestimable apoyo y trabajo en pos de lograr los objetivos marcados.

REFERENCIAS

[1] https://www.ecopost.info/sant-boi-llobregat-repite-la-ciudad-mas-sostenible/
[2] DIRECTIVA (UE) 2018/844 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios y la Directiva 2012/27/UE relative a la eficiencia energética.
[3] http://es.unhabitat.org/resiliencia/

DESARROLLO Y PUESTA EN PRÁCTICA DE UNA METODOLOGÍA HACIA LOS ZEB COSTE-ÓPTIMOS

Blas Beristain de la Rica, Responsable de Eficiencia Energética y Edificación Sostenible, IDOM Consulting, Engineering & Architecture

Jon Zubiaurre Sasia, Ingeniero Principal, Socio, IDOM Consulting, Engineering & Architecture

Resumen: La UE publicó la Directiva 2010/31/UE (EPBD) persiguiendo la reducción del consumo energético de los edificios por medio de los edificios de consumo casi nulo, o nZEB, como primer paso para alcanzar los edificios neutrales de carbono en 2050. En la práctica, tanto el término "casi", ambiguo e indeterminado, como la no definición de una metodología de cálculo común, están generando diferentes interpretaciones y confusión dentro del sector. Además de establecer que los edificios han de ser nZEB, la EPBD especifica que éstos han de ser diseñados bajo criterios coste-óptimos, estudiando el coste del edificio en su ciclo de vida completo, sin embargo, tampoco se ha desarrollado una metodología de referencia para este requisito. La ponencia explica el estado del arte en la materia, y presenta un caso práctico de aplicación de una metodología de diseño coste-óptima en base a un edificio real, que resulta extrapolable a otros edificios. De esta manera, se ha modelado un edificio de oficinas existente que ha sido calibrado con los consumos energéticos registrados, y sobre el que se desarrollan simulaciones energéticas multi-paramétricas (12.600 variables de diseño), para analizar la viabilidad técnica y económica de llevar este edificio a un nivel ZEB en cuatro climatologías europeas. Los resultados muestran cómo, antes de establecer objetivos normativos, sería conveniente estudiar el consumo energético real de los edificios, ya que alcanzar un verdadero ZEB resulta complejo y costoso, con plazos de amortización inasumibles en diversos casos. Por otra parte, se analizan las diferentes estrategias de diseño de edificios para alcanzar los niveles ZEB, y pone en cuestión algunas de las prácticas habituales en el diseño de edificios de oficina. La principal conclusión demuestra cómo el uso de una metodología de diseño coste-óptima, permite diseñar y construir mejores edificios, en base a su ciclo de vida útil.

Palabras clave: ZEB, Eficiencia Energética, Edificios de Energía Cero, Diseño Coste-óptimo, Sostenibilidad

INTRODUCCIÓN

Según datos de la Unión Europea (UE) los edificios son responsables del 40% del consumo de la energía primaria y de un 36% de las emisiones de CO2 [1, 2]. Con el objetivo de reducir este consumo y las emisiones GEI asociadas, la Unión Europea publicó la Directiva 2010/31/UE [3], conocida como EPBD (Energy Performance of Building Directive). Uno de los apartados más relevantes de la directiva es el requerimiento de que todos los edificios sean de consumo "casi" nulo, o nearly Zero Energy Buildings (nZEB), para finales del año 2020. El término "casi", ambiguo e indeterminado, conlleva diferentes interpretaciones entre los agentes del sector, generando confusión en torno a este objetivo. La UE fija un plazo máximo de aplicación, pero deja a criterio de los diferentes Estados Miembro (EM) el establecimiento de las metodologías de aplicación y la definición de objetivos. Pudiendo entenderse el hecho de dar libertad a la hora de fijar objetivos, debido a las diferencias climáticas, económicas o socioculturales entre los diferentes EM, no parece acertado el empleo de una definición tan poco explícita, así como la no definición de una metodología común. De esta manera parece que, en un marco unitario de libre comercio, las reglas de juego no son comunes y no están claras. La publicación de la ISO 52000 pretende encauzar el problema.

Ante esta situación, y con toda Europa construyendo "edificios nZEB" cuando no existe una definición técnica clara y aceptada, los edificios nZEB podrían entenderse como el primer paso hacia el que parece ser el objetivo final, los Zero Energy Buildings (ZEB), los edificios positivos o incluso los edificios neutrales en carbono, objetivo de la UE para el año 2050.

La investigación desarrollada en este trabajo analiza los términos de nZEB y los ZEB, que se usan habitualmente en el ámbito de la edificación. Por otra parte, se analiza, para cuatro climatologías europeas, lo que supone para un edificio alcanzar estos niveles de consumo energético, si resultan un objetivo técnicamente viable, y de ser así, a qué precio.

El estudio presenta un desarrollo para la metodología de cálculo que cita la EPBD, y se pone en práctica en un edificio real de una tipología de oficina. La metodología de cálculo propuesta y su desarrollo, podrá ser replicada en todo tipo de tipologías de edificación para hallar las soluciones coste-óptimas que permitan alcanzar en nivel ZEB, permitiendo así a los Estados Miembro (EM) cumplir con los objetivos de la EPBD.

ESTADO DEL ARTE

Edificios ZEB

Una de las primeras investigaciones en el campo de los Zero Energy Buildings (ZEB) es el "Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition" [4], que los define como edificios capaces de abastecer su demanda energética por medio de recursos renovables de bajo coste, locales y no contaminantes. A la hora de compensar los consumos energéticos por medio de energías renovables, se plantean los siguientes criterios de actuación [4]: Han de priorizarse en primer lugar las estrategias de arquitectura pasiva (reducción de la demanda), seguido del uso de sistemas y equipos de alta eficiencia energética (reducción del consumo), introduciendo después las energías renovables generadas in-situ, para finalmente incorporar energías renovables externas.

En septiembre de 2015 el United States Department of Energy (USDOE) presentó una definición de los ZEB [5] que resulta, hasta la fecha, el trabajo de mayor consenso entre la comunidad científica y agentes del sector. El ZEB se define como "un edificio de alta eficiencia energética en el que, sobre una base de energía primaria (ep), la energía anual importada de la red al edificio (electricidad de la red general, district heating/cooling, combustibles renovables y no renovables) es menor o igual, a la energía renovable generada en la parcela y exportada a la red.

Finalmente, mediante la Recomendación (UE) 2016/1318 de La Comisión de 29 de julio de 2016 [6], se establecen los valores de referencia para los consumos de los nZEB (para vivienda y edificio de oficina), que se pueden observar en la Tabla I. Con la publicación de la ISO 52000 en el año 2017, estos valores parecen haber quedado obsoletos, pero la UE no ha presentado nuevos valores de referencia.

Zona	Tipología	EP neta (kWhep/m².año)	EP no-renovable (kWhep/m².año)	EP renovable (kWhep/m².año)
Mediterránea	Oficinas	20-30	80-90	60
	Unifamiliar	0-15	50-65	50
Continental	Oficinas	40-55	85-100	45
	Unifamiliar	20-40	50-70	30
Oceánica	Oficinas	40-55	85-100	45
	Unifamiliar	15-30	50-65	35
Nórdica	Oficinas	55-70	85-100	30
	Unifamiliar	40-65	65-90	25

Tabla I. Consumo de nZEB.

Los enfoques de la UE y el USDOE difieren en algunos aspectos importantes, más allá del objetivo numérico de consumo de energía primaria neta, siendo las más relevantes los conceptos del balance energético, y tipología de balance.

Mientras que la UE tan sólo contempla los consumos de las instalaciones fijas del edificio (calefacción, ACS, refrigeración, ventilación, bombeo e iluminación), el USDOE contempla todos los consumos energéticos. Y mientras que el USDOE contempla un balance que resulta objetivo y claro, en el que la cantidad de energía importada de la red se compensa con la energía producida por el edificio y que es exportada a la red, la UE compensa la energía primaria consumida con energía renovable. Llevar el enfoque de la UE a la práctica y contabilizarlo de manera objetiva resulta complejo, y como apuntan algunos investigadores, el éxito para la implantación de una normativa reside en su claridad y sencillez. Es por esto, que la medición y verificación de consumos resulta uno de los aspectos más importantes de los ZEB. Hasta la fecha se habla de nZEB o ZEB en fase de diseño, testado por softwares de mayor o menor capacidad, en condiciones poco parecidas al uso real de los edificios. Si el objetivo es verdaderamente la reducción del consumo de edificios, la normativa debiera referirse al consumo energético real de los edificios, y sólo tras la verificación de los consumos energéticos alegados por un edificio, deberían otorgársele las siglas de nZEB o ZEB.

Diseño coste-óptimo

De acuerdo al Artículo 5 del Anexo III de la EPBD, el parlamento Europeo suplementa la Directiva en Enero del 2012 mediante los documentos Commission delegated Regulation (EU) Nº 244/2012 [7] y Guidelines accompanying Commission Delegated Regulation (EU) Nº 244/2012 [8]. En ellos se establece el marco metodológico comparativo

para calcular los niveles óptimos de rentabilidad de los requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios y de sus elementos. Con el objetivo de adaptar el marco metodológico comparativo a las diferentes circunstancias nacionales, se requiere que los EM:

- Determinen los edificios de referencia por tipología que representen el stock de edificios típico o promedio, para que los resultados sean extrapolables.
- Identifiquen las medidas de eficiencia energética y energías renovables que, desde un punto de vista coste-óptimo, tengan impacto, en el comportamiento energético de los edificios.
- Definan los coeficientes de conversión a energía primaria.
- Definan los costes iniciales, de mantenimiento y repuesto, y el coste derivado del consumo energético.
- Identifiquen el rango coste-óptimo basado en los cálculos de energía primaria y coste global asociados a cada una de las medidas analizadas.
- Definan los valores de calidad del aire interior y otros aspectos de confort, que han de cumplir con los requisitos básicos de las regulaciones nacionales en materia de confort.

METODOLOGÍA

Esta investigación ha sido desarrollada sobre un edificio de 1973 en desuso, que en el 2008 fue objeto de una rehabilitación integral por parte de la empresa IDOM Consulting, Engineering and Architecture, para convertirlo en su nueva sede en Bilbao. El edificio cuenta con sistemas de alta eficiencia energética como calderas de condensación, producción de agua fría a alta temperatura, vigas frías e inductores. Desde su inauguración en el 2011, se han registrado los consumos energéticos horarios discriminados, con los que Idom ha llevado a cabo un trabajo de gestión energética para reducirlos de manera continuada. De estos datos, se ha seleccionado el periodo de 2013 a 2014 en el que se analizan los consumos horarios discriminados del edificio, y se ha generado un archivo climático específico de ese periodo para llevar a cabo una simulación energética detallada.

Por medio del Design Builder v4.2 el edificio ha sido modelado y calibrado con los consumos energéticos y datos climáticos reales. Una vez alcanzada una calibración horaria mensual detallada, se han introducido estrategias de eficiencia energética para determinar la capacidad ahorro energético que dispone el edificio por medio de mejores prácticas de uso. Sobre el edificio optimizado, se han simulado 4.200 variables de estrategias de eficiencia energética pasivas para determinar el conjunto de variables coste-óptimo de este edificio, para después calcular la inversión necesaria para alcanzar el objetivo ZEB. Este ejercicio se ha realizado para cuatro ciudades con diferentes climatologías europeas: Bilbao (BIO), Sevilla (SEV), Bruselas (BRU) y Estocolmo (EST).

EXPERIMENTACIÓN

Gestión energética continuada

En los tres primeros años desde su puesta en marcha, el trabajo en la optimización de horarios y consignas de temperatura, y en los algoritmos de funcionamiento de los equipos, ha permitido reducir el consumo energético total del edificio un 24% (de 312,6 kWhep/m².año a 237,6 kWhep/m².año), sin inversión alguna. Estos valores representan el consumo total registrado por el BMS del edificio, y hacen referencia a los consumos energéticos anuales (24 h y 365 días al año, en años que tuvieron una mayor severidad climática).

Modelización, calibración y optimización de uso

Se ha generado un modelo virtual en base a la información de proyecto detallada del edificio, y a datos (de ocupación, consignas, etc.) tomados in-situ. El modelo virtual ha sido después calibrado con los datos de consumo discriminados registrados por el BMS, hasta alcanzar una diferencia de consumo anual entre el edificio real y virtual, inferior al 2% de consumo y de coste (basado en el cálculo de las 8.760 horas anuales).

Sobre este modelo de edificio calibrado, se han planteado estrategias de mejores prácticas de uso para identificar las capacidades de ahorro adicional del edificio, y valorar el impacto de los usuarios en el consumo energético. Mediante un uso optimizado del edificio, manteniendo los niveles de confort internacionales, el consumo energético de las instalaciones fijas (calefacción, ACS, refrigeración, iluminación, ventilación y bombeo), podría reducirse desde los 125 kWhep/m² año hasta los 64,9 kWhep/m² año por medio de tres estrategias:

- Reducción de las infiltraciones en la entrada mediante sustitución de puerta de entrada (8%)

- Normalización de consignas a valores internacionales en todo el edificio (16% adicional)
- Optimización de la iluminación (consignas y periodo nocturno) y subsanación de incidencias (32% adicional)

Diseño coste-óptimo

Sobre el modelo optimizado, se ha desarrollado un estudio de diseño coste-óptimo, con el objetivo de valorar las variables de diseño constructivo óptimas basado en el ciclo de vida de uso del edificio. Esta matriz de variables y los resultados para las cuatro climatologías se encuentran en la Tabla III. La tabla cuantifica la idoneidad de cada una de las variables energéticas de la matriz de simulaciones con respecto al resto de variables analizadas, comparando los resultados promedio (de consumo energético de las instalaciones fijas, y de coste de las variables a 20 años incluyendo la inversión y el coste del consumo energético acumulado) de cada una de las diferentes variables simuladas, con los resultados promedio de todas las simulaciones realizadas. De esta manera, se puede observar el potencial promedio de cada una de estas variables. Estas conclusiones, podrían ser utilizadas como punto de partida de buenas prácticas constructivas, en el diseño y rehabilitación de edificios de oficina para cada climatología. Los valores positivos, identifican aquellas soluciones que representan una mejora respecto a los valores promedio (estrategias recomendadas), mientras que los negativos, representan el incremento de consumo y/o coste (estrategias no recomendadas). Los valores en negrita hacen referencia al modelo de menor consumo energético o menor coste total (coste-óptimo) para cada climatología. En las filas 30 y 31 se encuentran los valores de consumo y coste del promedio de modelos y del modelo coste-óptimo.

Estos resultados demuestran en primer lugar, el diferencial de consumo y coste que existe en los climas de frío severo y, por otra parte, cómo el buen diseño repercute en un ahorro sustancial en el ciclo de vida completo del edificio.

Las Figuras 1 y 2 identifican con cada punto, cada posible combinación de variables de la matriz de la Tabla 3 para la climatología de Estocolmo. Con el consumo energético en el eje abscisa, y coste en el de ordenadas, en la Figura 1 se representa el coste de inversión, o el coste del edificio en el año cero, mientras que en la Figura 2, se analiza el coste de las mismas variables tras veinte años de uso del edificio (el coste total incluye, el coste de inversión y el coste asociado al consumo energético en la operación del edificio). Estas figuras demuestran la utilidad de los análisis paramétricos, en el que se observa que conjuntos de variables que se seleccionarían en el momento de la construcción del edificio por requerir una menor inversión, pudieran no resultar las más apropiadas en el ciclo de vida completo del edificio, por su mayor coste acumulado debido al mayor consumo energético.

Diseño ZEB coste-óptimo

Una vez identificado el rango de soluciones coste óptimas, se puede calcular la inversión en energía renovable necesaria para diseñar un ZEB coste-óptimo. En la Tabla II se analiza tanto la inversión de las variables de eficiencia energética coste-óptimas, como la inversión renovable, si el objetivo ZEB es posible in-situ, tanto bajo el planteamiento de la UE como del USDOE.

	ZEB (UE)						**ZEB (USDOE)**					
	Coste óptimo	**Inversión para ZEB**	**Coste Total**	**In situ**	**Producción**		**Coste óptimo**	**Inversión para ZEB**	**Coste Total**	**In situ**	**Producción**	
	euro	**euro**	**euro**	**-**	**kWp Solar**	**kW Eólica**	**euro**	**euro**	**euro**	**-**	**kWp Solar**	**kW Eólica**
BIO	1.450.676	562.500	2.013.176	Sí	255	72	2.896.394	1.536.000	4.432.394	No	224	600
SEV	1.749.810	460.827	2.210.637	No	307	0	3.195.528	972.973	4.168.501	No	649	0
BRU	2.624.656	613.000	3.237.656	No	142	200	4.070.374	1.181.000	5.251.374	No	121	500
EST	3.742.710	918.500	4.661.210	No	79	400	5.188.428	1.485.500	6.673.928	No	57	700

Tabla II. Coste ZEB.

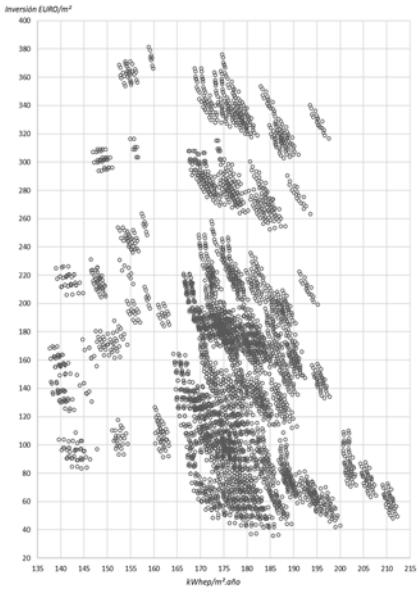


Figura 1. Coste de inversión (EST).

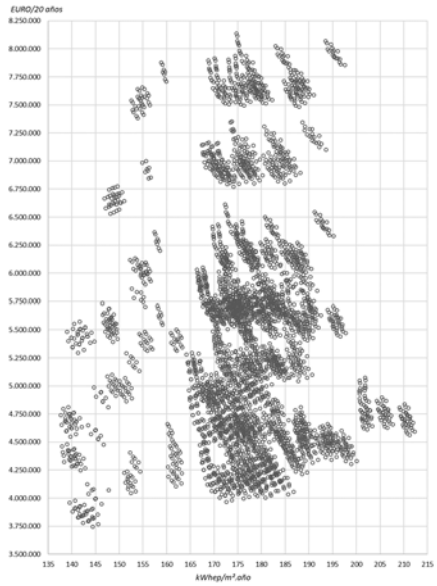


Figura 2. Coste a 20 años (EST).

	AHORROS RESPECTO AL	Variable	CONSUMO ENERGÉTICO BIO	SEV	BRU	EST	COSTE (20 años) BIO	SEV	BRU	EST
1	***Porcentaje vidrios***	40	***6,7%****	***8,8%****	***4,3%****	***3,1%****	***19,1%****	***18,6%****	***14,3%****	***11,3%****
2		60	-0,2%	-0,3%	-0,1%	-0,1%	-2,7%	-2,5%	-1,9%	-1,6%
3		80	-6,4%	-8,5%	-4,2%	-3,0%	-16,4%	-16,1%	-12,4%	-9,7%
4	***Dimensión lamas (cm)***	0	***-7,9%****	***-12,7%****	***-3,1%****	***-3,0%****	***34,5%****	***28,3%****	***26,4%****	***19,9%****
5		30	0,6%	-0,1%	0,4%	0,3%	10,7%	9,5%	8,1%	*6,2%*
6		60	3,8%	5,9%	1,6%	1,6%	-4,5%	-2,8%	-3,7%	-2,6%
7		90	3,5%	6,9%	1,1%	1,1%	-40,8%	-35,0%	-30,7%	-23,5%
8	***Infiltraciones***	MED	***0,0%****	***0,3%****	-2,3%	-1,9%	***1,3%****	***1,3%****	-0,3%	-0,5%
9		EX	-0,3%	-2,2%	***17,8%****	***14,4%****	-10,3%	-10,3%	***1,9%****	***3,7%****
10	***Aislamiento losa (cm)***	10	***-0,1%****	***0,7%****	-3,4%	-2,7%	***4,2%****	***4,1%****	1,2%	0,6%
11		20	0,0%	-0,2%	***0,2%****	***0,2%****	-0,8%	-0,8%	***-0,4%****	***-0,3%****
12		30	0,2%	-1,5%	10,2%	8,1%	-10,7%	-10,5%	-2,2%	-0,8%
13	***Aislamiento fachada (cm)***	10	***-0,3%****	***0,4%****	-3,1%	-2,4%	***1,9%****	***2,0%****	-0,3%	-0,5%
14		20	0,2%	0,7%	-2,6%	-2,0%	0,9%	1,2%	-0,8%	-0,8%
15		30	0,1%	-0,2%	***1,2%****	***0,9%****	-0,4%	-0,4%	***0,4%****	***0,4%****
16		40	-0,2%	-2,1%	10,3%	8,1%	-6,1%	-6,4%	1,4%	2,0%
17	***Aislamiento cubierta (cm)***	10	***-0,6%****	***0,0%****	-3,5%	-2,8%	***4,9%****	***4,7%****	1,8%	1,1%
18		20	0,1%	0,5%	-2,9%	-2,3%	2,9%	2,8%	0,5%	0,1%
19		30	0,3%	0,1%	***1,2%****	***1,0%****	-2,2%	-2,1%	***-1,0%****	***-0,7%****
20		40	0,3%	-1,3%	10,4%	8,2%	-10,3%	-10,1%	-1,9%	-0,6%
21	***U vidrio (W/m²K)***	2,1	***-2,2%****	***1,0%****	-7,6%	-5,6%	***5,3%****	***6,0%****	0,3%	-0,2%
22		1,3	1,1%	0,7%	-2,5%	-2,0%	2,5%	2,2%	0,1%	-0,2%
23		0,8	0,6%	-0,9%	***5,3%****	***4,0%****	-4,1%	-4,4%	***-0,2%****	***0,2%****
24	***SHGC vidrio***	0,6	-5,8%	-10,3%	-1,5%	***-1,3%****	-0,6%	-2,9%	0,6%	***0,4%****
25		0,4	***3,8%****	***5,2%****	***1,8%****	1,4%	***1,5%****	***2,4%****	***0,9%****	0,8%
26		0,2	4,0%	10,2%	-0,5%	-0,2%	-1,9%	1,1%	-3,0%	-2,3%
27	***TL vidrio***	0,7	***-0,1%****	***-1,6%****	***0,6%****	***0,4%****	***0,9%****	***0,2%****	***1,0%****	***0,8%****
28		0,5	-1,9%	-3,5%	-0,4%	-0,3%	0,1%	-0,7%	0,5%	0,4%
29		0,2	4,0%	10,2%	-0,5%	-0,2%	-1,9%	1,1%	-3,0%	-2,3%
30	Promedio: kWh/m².año	–	64,5	90,1	117,7	176,4	3.141.142	3.501.375	4.251.828	5.503.810
31	Coste óptimo: kWh/m².año	–	60,0	82,1	88,1	144,4	1.450.676	1.749.810	2.624.656	3.742.710

Tabla III. Consumo y coste diferencial por variable energética.

CONCLUSIONES

La falta de una definición clara y objetiva de los nZEB genera múltiples interpretaciones y conlleva a que los EM estén actualizando sus normativas energéticas de manera diferente, provocando incertidumbre en el sector de la edificación, y la proliferación de autodenominados nZEB con valores de consumo que no están siendo medidos en edificios en uso. A esta situación, se le añade la falta de metodología y datos de partida para el diseño coste-óptimo de edificios nZEB, como la identificación de los edificios de referencia de cada tipología, el desarrollo de una base de costes de las variables de eficiencia energética y un análisis del periodo del ciclo de vida útil de los edificios, tanto para las estrategias pasivas como activas.

El trabajo llevado a cabo en esta investigación pone en valor la idoneidad del método paramétrico como herramienta de identificación de soluciones coste-óptimas, y los resultados de las simulaciones demuestran que alcanzar valores ZEB en edificios de oficina es técnicamente viable (pese a que el balance ZEB in-situ está condicionado por la climatología y el factor de forma del edificio). Pese a que alcanzar un ZEB en climatologías severas es más complejo y más costoso que en climatologías templadas, la sobreinversión de optar por el modelo coste-óptimo, con respecto al modelo promedio de la Tabla II, se amortizaría en 1.000 años en Bilbao y 53 en Estocolmo, plazos que ponen en cuestión la viabilidad económica de estas intervenciones. Una de las conclusiones más importante derivadas de este estudio es la necesidad de optimizar y operar correctamente los edificios en su fase de uso que, en el caso del edificio analizado, supone un ahorro potencial del 43%.

Las consecuencias de no contemplar un diseño bioclimático quedan reflejadas en Tabla III, en la que se observa que, para todas las climatologías analizadas, un porcentaje de huecos reducido es preferible, no sólo desde el punto de vista coste-óptimo, sino también desde el punto de vista del consumo energético. Este aspecto choca con la tendencia que impera en un gran número de nuevas oficinas alrededor del planeta, con edificios completamente acristalados, independientemente del clima en el que se encuentren. Es relevante el hecho que estos edificios pueden acabar obteniendo una certificación energética clase A, una puntuación máxima en una certificación de edificación sostenible como LEED o BREEAM, autodenominarse ZEB o ser noticia en artículos de prensa avalando su contribución al mundo de la sostenibilidad en la edificación.

La metodología propuesta en esta investigación podría ser replicada en los edificios de referencia, con el objetivo de disponer de datos para las actuaciones, tanto de obra nueva como de rehabilitación, que garanticen soluciones dirigidas a la consecución de edificios nZEB coste-óptimos en las principales tipologías del parque edificatorio del país.

En cualquier caso, si se pretende dar un salto cualitativo en materia de ahorro energético, las simulaciones energéticas deberían emplearse como herramienta para la mejora del diseño de los edificios, mientras que los valores de consumo reales deberían ser medidos y verificados mediante analizadores de redes o contadores inteligentes (con discriminación de consumo) que, por otra parte, serán necesarios en las nuevas propuestas de Smart-Cities. Sólo de esta manera podrá garantizarse un proceso objetivo de descarbonización de las ciudades.

REFERENCIAS

- BPIE, Europe's buildings under the microscope: A country-by-country review of the energy performance of buildings. (2011).
- BPIE, Principles for nearly Zero-energy Buildings. Paving the way for effective implementation of policy requirements. (2011).
- Parlamento Europeo, Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios (2010).
- P. Torcellini, S. Pless, M. Deru, D. Crawley, Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition (2006).
- U.S. Department of Energy, A Common Definition for Zero Energy Buildings (2015).
- Comisión Europea, Recomendación (UE) 2016/1318 de la Comisión de 29 de julio de 2016.
- Comisión Europea, Commission Delegated Regulation (EU) Nº 244/2012 (16/01/2012).
- Comisión Europea, Guidelines accompanying Commission Delegated Regulation (EU) Nº 244/2012.

LAS ENTIDADES DE CONTROL EN CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA EN LOS EDIFICIOS DE ENERGÍA DE CONSUMO CASI NULO

Raúl García Piquer, Director Técnico, Ecoefys

Resumen: En el año 2013 se reguló a través del RD 235/2013 la creación de entidades de control de calidad para la supervisión en el campo de actividad de la eficiencia energética de los edificios dentro del CTE, entre otros campos. En España existen diversas comunidades autónomas que obligan a contratar estos servicios en la construcción de edificios nuevos. Este control se realiza en dos fases, la primera que consistiría en comprobar la coherencia entre los ficheros de la opción de cálculo utilizada para la obtención del certificado energético en fase de proyecto. Así obtener los datos iniciales de control (DIC). La segunda fase se realizará durante la ejecución de la obra, que dará conformidad de los DIC comparativamente según la ejecución de la real de obra. Con la finalidad de comprobar el certificado de eficiencia energética del edificio terminado.

Palabras clave: Entidad de Control en Certificación Energética, Control de Calidad, Eficiencia Energética, Inspección de Edificios

CRITERIOS GENERALES DEL CONTROL EXTERNO

Fase Primera: Actuaciones Previas

El primer paso será la descarga del fichero de cálculo, una vez el promotor/arquitecto haya designado a la entidad de control y por lo tanto habiendo subido los archivos del cálculo de la certificación energética en fase de proyecto.



Figura 1. Página descarga de datos.

La entidad de control externo tiene que disponer de la documentación necesaria para poder realizar la identificación de los DIC para el edificio proyectado. Es decir, se tiene que comparar todos los datos de proyecto que figuran en la herramienta de cálculo, como puedes ser el programa HULC.

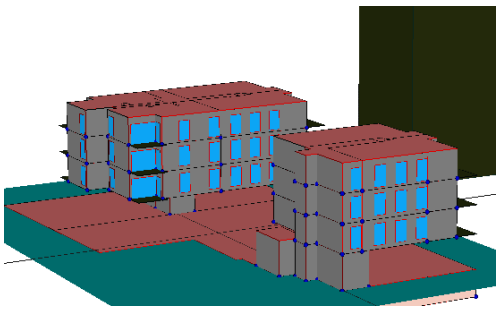


Figura 2. Programa HULC.

La entidad de control externo tiene que disponer de la documentación necesaria para poder realizar la identificación de los DIC para el edificio proyectado. Es decir, se tiene que comparar todos los datos de proyecto que figuran en la herramienta de cálculo, como puede ser el programa HULC.

Para cada calificación de eficiencia energética existe un nivel de control:

Calificación de eficiencia energética global del edificio	Nivel de control
A y B	Intenso
C	Normal
D y E	Reducido

Tabla I. Niveles de control.

Además, en función del uso del edifico existen diferentes tipos de DIC tipo, que analizarán el edificio en mayor o menor profundidad.

Uso general del edificio	DIC Tipo
Gran Terciario	DIC-1
Pequeño y mediano terciario	DIC-2
Edificios de viviendas en bloque	DIC-3
Viviendas unifamiliares	DIC-4

Tabla II. Datos iniciales de control en función del uso del edificio.

A partir de este momento, las entidades de control comenzamos a realizar las visitas programadas para analizar cada una de las secciones que componen el análisis y comparación del edificio proyectado con el ejecutado.

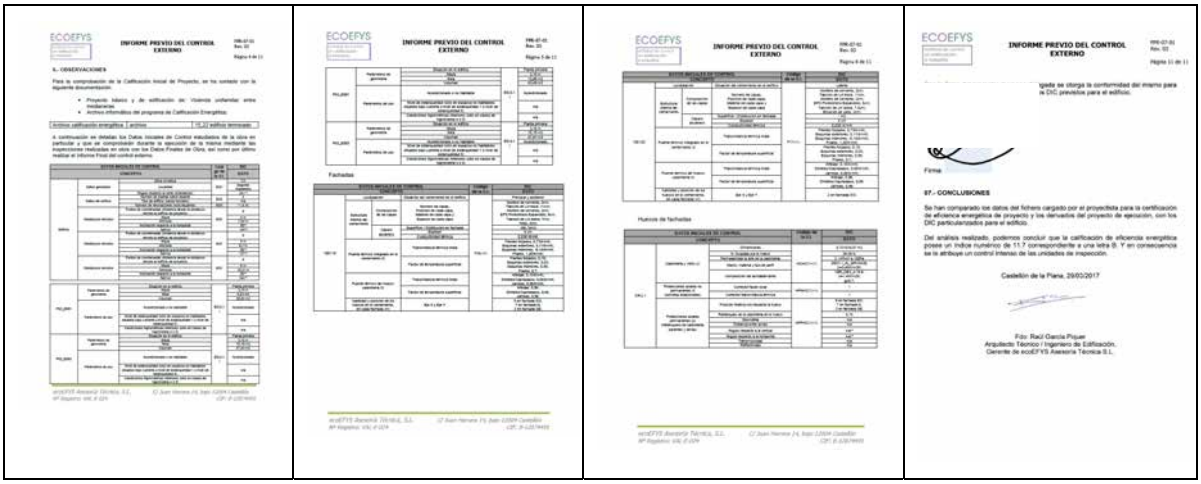


Figura 3. Ejemplo de informe Previo.

El informe previo recogerá el resultado de comparar los datos de los ficheros cargados en la opción de cálculo utilizada por el proyectista del edificio para la certificación de eficiencia energética del proyecto y los derivados del proyecto de ejecución, las conclusiones acerca de la calificación de la eficiencia energética del proyecto, así como los DIC particularizados para el edificio.

Fase Segunda: Actuaciones de Programación

Corresponden a esta fase, las actuaciones de programación del control externo de los datos previamente identificados (DIC) y del control externo que se realizará durante la ejecución de la obra, de conformidad con dicha programación. El resultado de este control permitirá evaluar la calificación de la eficiencia energética del edificio terminado y justificar ésta documentalmente. La finalidad de las actuaciones es la comprobación del certificado de eficiencia energética del edificio terminado, en esta última fase se comprobará los datos finales de obra (DFO).

La inspección se centrará en tres secciones:

Sección Primera: Datos Generales del Edificio

DATOS INICIALES DE CONTROL			Código de la U.I.
CONCEPTO			
Edificio	Datos generales	Zona climática	EG1
		Localidad	
		Ángulo respecto al norte (orientación)	
	Datos del edificio	Número de plantas sobre rasante	EG2
		Tipo de edificio (vivienda unifamiliar o en bloque)	
		Número de renovaciones hora requerido	EG3
	Obstáculos remotos	Puntos de coordenadas (distancia desde el obstáculo remoto al edificio de proyecto)	EG1
		Altura	
		Anchura	
		Inclinación respecto a la horizontal	
		Azimut	
Espacios	Parámetros de geometría	Situación en el edificio	ES
		Altura	
		Área	
		Volumen	
	Parámetros de uso	Acondicionado o no habitable	
		Nivel de estanqueidad (sólo en espacios no habitables situados bajo cubierta o nivel de estanqueidad 1 o nivel de estanqueidad 5)	
		Condiciones higrométricas interiores (sólo en clases de higrometría 4 ó 5)	



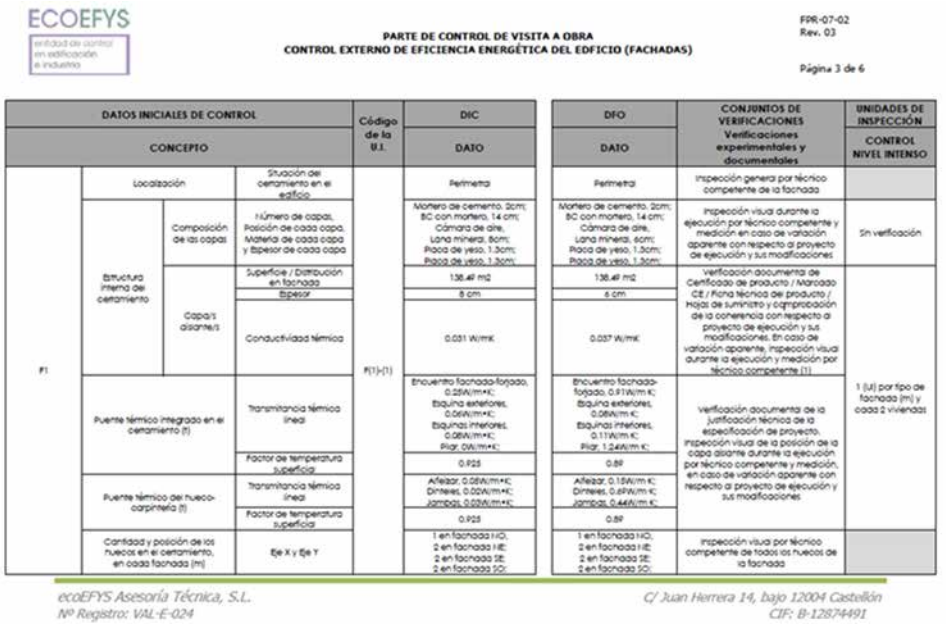
Figura 4. Ejemplo Datos Generales.

Sección Segunda: Envolvente térmica

DATOS INICIALES DE CONTROL				Código de la U.I.
CONCEPTO				
Fachadas (cerramientos verticales en contacto con el aire exterior que forman parte de la envolvente térmica) (m)	Localización		Situación del cerramiento en el edificio	F(m)-(n)
	Estructura interna del cerramiento	Composición de las capas	Número de capas, Posición da cada capa, Material de cada capa y Espesor de cada capa	
		Capa/s aislante/s (*)	Superficie / Distribución en fachada	
			Espesor	
			Conductividad térmica	
	Puente térmico integrado en el cerramiento (t)		Transmitancia térmica lineal	
			Factor de temperatura superficial	
	Puente térmico del hueco-carpintería (t)		Transmitancia térmica lineal	
			Factor de temperatura superficial	
	Cantidad y posición de los huecos en el cerramiento, en cada fachada (m)		Eje X y Eje Y	
Huecos en fachadas (o,f,p)	Carpintería y vidrio (c)		Dimensiones	HC(c)-(n)
			% Ocupado por el marco	
			Permeabilidad al aire de la carpintería	
			Marco: material y tipo de perfil	
			Composición del acristalamiento	
	Protecciones solares no permanentes (f) (sombras estacionales)		Corrector factor solar	HPNI(f)-(n)
			Corrector transmitancia térmica	
	Protecciones solares permanentes (p) (retranqueos de carpintería, salientes y lamas)		Posición relativa con respecto al hueco	HPP(p)-(n)
			Retranqueo de la carpintería en el hueco	
			Geometría	
			Distancia entre lamas	
			Ángulo respecto a la vertical	
			Ángulo respecto a la horizontal	
			Transmisividad	
			Reflectividad	



Figura 5. Ejemplos Informe Parcial Envolvente Térmica.



ECOEFYS
entidad de control en edificación e industria

PARTE DE CONTROL DE VISITA A OBRA
CONTROL EXTERNO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL EDFICIO (FACHADAS)

FPR-07-02
Rev. 03

Página 3 de 6

DATOS INICIALES DE CONTROL			Código de la U.I.	DIC	DFO	CONJUNTOS DE VERIFICACIONES	UNIDADES DE INSPECCIÓN
CONCEPTO				DATO	DATO	Verificaciones experimentales y documentales	CONTROL NIVEL INTENSO
F1	Localización	Situación del cerramiento en el edificio	F(1)-(1)	Perimetral	Perimetral	Inspección general por técnico competente de la fachada	
	Estructura interna del cerramiento	Composición de las capas: Número de capas, Posición de cada capa, Materia de cada capa y Espesor de cada capa		Mortero de cemento, 2cm; BC con mortero, 14 cm; Cámara de aire, Lana mineral, 6cm; Placa de yeso, 1.3cm; Placa de yeso, 1.3cm;	Mortero de cemento, 2cm; BC con mortero, 14 cm; Cámara de aire, Lana mineral, 6cm; Placa de yeso, 1.3cm; Placa de yeso, 1.3cm;	Inspección visual durante la ejecución por técnico competente y medición en caso de variación aparente con respecto al proyecto de ejecución y sus modificaciones	Sin verificación
		Capa/s aislante/s: Superficie / Distribución en fachada		136.49 m2	136.49 m2	Verificación documental de Certificado de producto / Marcado CE / Ficha técnica del producto / Hojas de suministro y comprobación de la coherencia con respecto al proyecto de ejecución y sus modificaciones. En caso de variación aparente, inspección visual durante la ejecución y medición por técnico competente [1]	1 (UI) por tipo de fachada (m) y cada 2 viviendas
		Espesor		6 cm	6 cm		
		Conductividad térmica		0.031 W/mK	0.037 W/mK		
	Puente térmico integrado en el cerramiento (f)	Transmitancia térmica lineal		Encuentro fachada-forjado, 0.25W/m·K; Esquina exteriores, 0.06W/m·K; Esquinas interiores, 0.08W/m·K; Pilar, 0W/m·K;	Encuentro fachada-forjado, 0.91W/m·K; Esquina exteriores, 0.08W/m·K; Esquinas interiores, 0.11W/m·K; Pilar, 1.24W/m·K;	Verificación documental de la justificación técnica de la especificación de proyecto. Inspección visual de la posición de la capa aislante durante la ejecución por técnico competente y medición, en caso de variación aparente con respecto al proyecto de ejecución y sus modificaciones	
		Factor de temperatura superficial		0.925	0.89		
	Puente térmico del hueco-carpintería (f)	Transmitancia térmica lineal		Alfeizar, 0.08W/m·K; Dinteles, 0.02W/m·K; Jambas, 0.03W/m·K;	Alfeizar, 0.15W/m·K; Dinteles, 0.6FW/m·K; Jambas, 0.44W/m·K;		
		Factor de temperatura superficial		0.925	0.89		
	Cantidad y posición de los huecos en el cerramiento, en cada fachada (m)	Eje X y Eje Y		1 en fachada NO; 2 en fachada NE; 2 en fachada SE; 2 en fachada SO;	1 en fachada NO; 2 en fachada NE; 2 en fachada SE; 2 en fachada SO;	Inspección visual por técnico competente de todos los huecos de la fachada	

ecoEFYS Asesoría Técnica, S.L.
Nº Registro: VAL-E-024

C/ Juan Herrera 14, bajo 12004 Castellón
CIF: B-12874491

Figura 6. Comparativa DIC-DFO.

Sección Tercera: Instalaciones térmicas

DATOS INICIALES DE CONTROL				Código de la U.I.
CONCEPTO				
SISTEMA DE ACS/CALEFACCIÓN (MIXTO)	Exigencias de ACS		Demanda ACS según CTE DB-HE4 (litros/día)	I(II)-U4
			Conntribución solar a la producción de ACS (%)	
	Equipos (i)-(n) (*)	Caldera eléctrica o de combustible	Existencia de la caldera	I(II)-U1(I)
			Tipo de energía de la caldera	
			Capacidad total de la caldera	
			Rendimiento nominal de la caldera	
		Bomba de calor aire-agua	Existencia de la bomba de calor	
			Tipo de energía de la bomba de calor	
			Capacidad calorífica nominal de la bomba de calor	
			Consumo de calefacción nominal de la bomba de calor	
	Acumulador (j)-(n) (**)		Existencia del acumulador	I(II)-U2(J)
			Volumen acumulador	
			Coeficiente de pérdidas del acumulador	
			Temperaturas de consigna	
	Unidades terminales (k)-(n)	Unidad terminal de agua caliente	Existencia de las unidades terminales en las zonas (***)	I(II)-U3(k)
			Capacidad nominal de las unidades terminales	
	Exigencias de ACS - Propiedades de los captadores solares térmicos		Ubicación de los captadores solares (orientación/inclinación/separación/nº de captadores/etc)	I(II)-U4



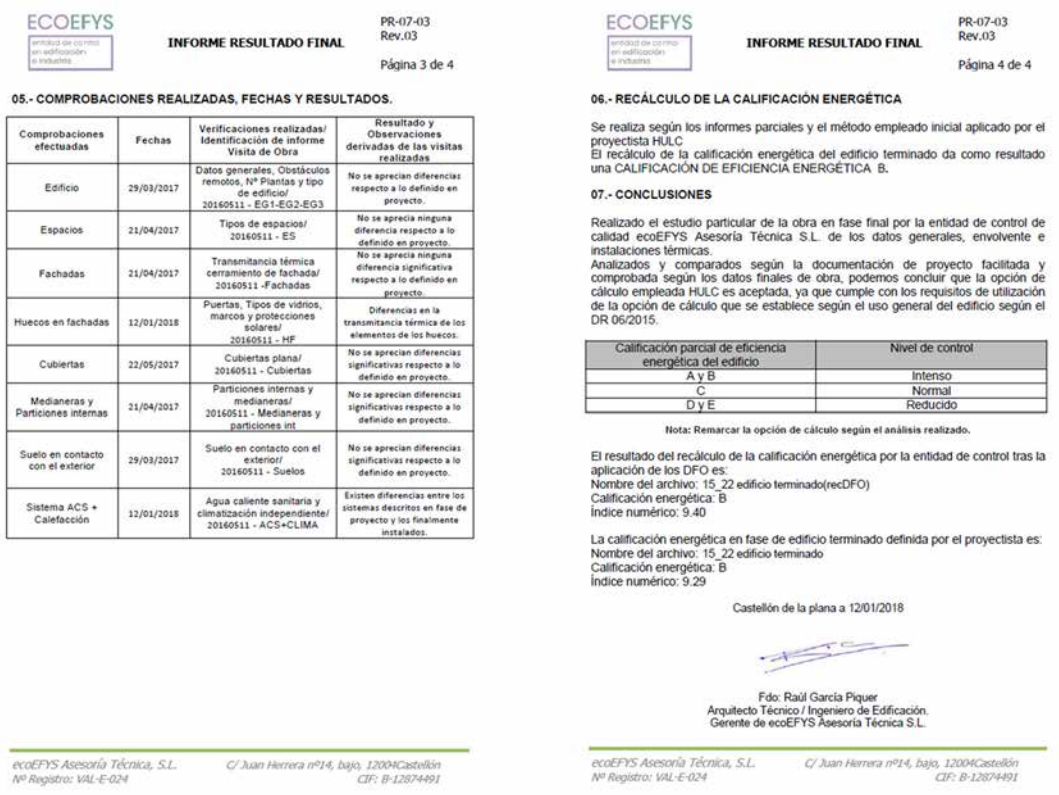
Figura 7. Ejemplos Informe Parcial Envolvente Térmica.

Por último, se desarrolla el informe Final donde se comparan las calificaciones obtenidas según el archivo generado por el proyectista del edificio terminado. La entidad de control descarga desde la aplicación informática dicho archivo y lo compara con el recalculado según los datos obtenidos en las diferentes visitas de obra.

Como dato orientativo, el mínimo de inspección a obra por la entidad de control en una vivienda unifamiliar de obra nueva es de 3 y un máximo de 5, dependerá sobre todo del ritmo de ejecución de la obra.

El informe compara las calificaciones energéticas obtenidas, y para dar una conformidad, se debe de cumplir que la letra sea la misma en ambas calificaciones, tanto la de obra terminada como la calculada por la entidad de control.

En el caso que dicha calificación energética difiera, se informará al organismo competente con la no conformidad de la entidad de control.



ECOEFYS

INFORME RESULTADO FINAL

PR-07-03
Rev.03

Página 3 de 4

05.- COMPROBACIONES REALIZADAS, FECHAS Y RESULTADOS.

Comprobaciones efectuadas	Fechas	Verificaciones realizadas/ Identificación de informe Visita de Obra	Resultado y Observaciones derivadas de las visitas realizadas
Edificio	29/03/2017	Datos generales, Obstáculos remotos, Nº Plantas y tipo de edificio/ 20160511 - EG1-EG2-EG3	No se aprecian diferencias respecto a lo definido en proyecto.
Espacios	21/04/2017	Tipos de espacios/ 20160511 - ES	No se aprecia ninguna diferencia respecto a lo definido en proyecto.
Fachadas	21/04/2017	Transmitancia térmica cerramiento de fachada/ 20160511 -Fachadas	No se aprecia ninguna diferencia significativa respecto a lo definido en proyecto.
Huecos en fachadas	12/01/2018	Puertas, Tipos de vidrios, marcos y protecciones solares/ 20160511 - HF	Diferencias en la transmitancia térmica de los elementos de los huecos.
Cubiertas	22/05/2017	Cubiertas plana/ 20160511 - Cubiertas	No se aprecian diferencias significativas respecto a lo definido en proyecto.
Medianeras y Particiones internas	21/04/2017	Particiones internas y medianeras/ 20160511 - Medianeras y particiones int	No se aprecian diferencias significativas respecto a lo definido en proyecto.
Suelo en contacto con el exterior	29/03/2017	Suelo en contacto con el exterior/ 20160511 - Suelos	No se aprecian diferencias significativas respecto a lo definido en proyecto.
Sistema ACS + Calefacción	12/01/2018	Agua caliente sanitaria y climatización independiente/ 20160511 - ACS+CLIMA	Existen diferencias entre los sistemas descritos en fase de proyecto y los finalmente instalados.

ecoEFYS Asesoría Técnica, S.L. C/ Juan Herrera nº14, bajo, 12004Castellón
Nº Registro: VAL-E-024 CIF: B-12874491

ECOEFYS

INFORME RESULTADO FINAL

PR-07-03
Rev.03

Página 4 de 4

06.- RECÁLCULO DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Se realiza según los informes parciales y el método empleado inicial aplicado por el proyectista HULC
El recálculo de la calificación energética del edificio terminado da como resultado una CALIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA B.

07.- CONCLUSIONES

Realizado el estudio particular de la obra en fase final por la entidad de control de calidad ecoEFYS Asesoría Técnica S.L. de los datos generales, envolvente e instalaciones térmicas.
Analizados y comparados según la documentación de proyecto facilitada y comprobada según los datos finales de obra, podemos concluir que la opción de cálculo empleada HULC es aceptada, ya que cumple con los requisitos de utilización de la opción de cálculo que se establece según el uso general del edificio según el DR 06/2015.

Calificación parcial de eficiencia energética del edificio	Nivel de control
A y B	Intenso
C	Normal
D y E	Reducido

Nota: Remarcar la opción de cálculo según el análisis realizado.

El resultado del recálculo de la calificación energética por la entidad de control tras la aplicación de los DFO es:
Nombre del archivo: 15_22 edificio terminado(recDFO)
Calificación energética: B
Índice numérico: 9.40

La calificación energética en fase de edificio terminado definida por el proyectista es:
Nombre del archivo: 15_22 edificio terminado
Calificación energética: B
Índice numérico: 9.29

Castellón de la plana a 12/01/2018

Fdo: Raúl García Piquer
Arquitecto Técnico / Ingeniero de Edificación.
Gerente de ecoEFYS Asesoría Técnica S.L.

ecoEFYS Asesoría Técnica, S.L. C/ Juan Herrera nº14, bajo, 12004Castellón
Nº Registro: VAL-E-024 CIF: B-12874491

Figura 8. Ejemplos Informe Final.

REFERENCIAS

- DRD 06-15 Criterios técnicos para el control externo de la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción. Generalitat Valenciana.

REDUCCIÓN DE COSTES DE CICLO DE VIDA EN EECNS - EJEMPLO DE SELECCIÓN DE SISTEMAS DE CALEFACCIÓN Y ACS PARA VIVIENDAS SOCIALES EN SANTURCE (BIZKAIA)

Alberto Ortiz de Elgea, Responsable de Innovación y Sostenibilidad, VISESA
David Grisaleña, Técnico de Innovación y Sostenibilidad, VISESA
Patxi Hernández, Investigador Eficiencia Energética, TECNALIA
Julen Hernández, Investigador Eficiencia Energética, TECNALIA
Íñigo Urra, Investigador Eficiencia Energética, TECNALIA

Resumen: Este artículo presenta un Análisis de Costes de Ciclo de Vida de distintas soluciones para calefacción y ACS en un bloque de 32 viviendas sociales en Santurtzi, Bizkaia. Las viviendas incluyen criterios ya habituales en la promoción de vivienda pública del Gobierno Vasco en cuanto a alto nivel de aislamiento y reducción de puentes térmicos e infiltraciones, resultando demandas térmicas muy bajas. El análisis de soluciones activas teniendo en cuenta el ciclo de vida completo, nos permite seleccionar las opciones más adecuadas para el promotor y/o el usuario. Un adecuado comisionado y monitorización de la instalación complementa el análisis para poder ofrecer garantía de comportamiento tanto al futuro propietario (gestor público de alquiler social) como a los usuarios de las viviendas.

Palabras clave: Reducción de Costes, Viviendas Sociales, Edificios Energía Casi Nulo, Bombas de Calor, Análisis Económico, Ciclo de Vida, Ciclo de Costes, Comisionado, Medida, Verificación

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas los sistemas de calefacción y agua caliente de los edificios residenciales, en particular para vivienda social en el País Vasco, han venido alimentándose crecientemente con gas natural. Los actuales estándares de construcción, con reducidas demandas energéticas, permiten la oportunidad de explorar nuevas soluciones que van más allá del gas natural, por ejemplo, hacia la electrificación del suministro térmico (Agua Caliente Sanitaria y calefacción) a través del uso de bombas de calor. La visión de un mix eléctrico que progresivamente irá reduciendo su impacto ambiental mediante la incorporación de una proporción cada vez mayor de energías renovables; y el potencial para la generación in situ que ha evolucionado en los últimos años hacia un coste asequible (principalmente con el uso de paneles fotovoltaicos), anticipan un aumento del uso de las bombas de calor en el futuro inmediato. En este escenario se vuelve, si cabe, más importante asegurar el rendimiento de las instalaciones mediante procesos de Comisionado y protocolos de Medida y Verificación aplicados de forma sistemática.

CASO DE ESTUDIO: SANTURTZI B-87

Aprovechando la promoción de un nuevo edificio residencial por parte de VISESA (promotora de vivienda social del Gobierno Vasco) enfocado a su uso en alquiler social, se han estudiado una serie de tecnologías alternativas para calefacción y Agua Caliente Sanitaria (ACS) con el fin último de contribuir a un aumento de la asequibilidad de estas viviendas tanto en sus fases de construcción como de uso y mantenimiento.

El nuevo edificio está situado en Santurtzi (Bizkaia), con un clima templado (clasificación climática de Köppen-Geiger Cfb) y 1.023 grados día de calefacción (15 grados de temperatura base). El programa del edificio comprende 32 apartamentos en 6 pisos, con un total de 2.885 m2 de superficie útil y una orientación Norte-Sur. La construcción se terminó en verano de 2019 y será entregada a ALOKABIDE (empresa de Gobierno Vasco encargada de gestionar el alquiler social) a finales de 2019 para su entrega a los usuarios a lo largo de los primeros meses de 2020.

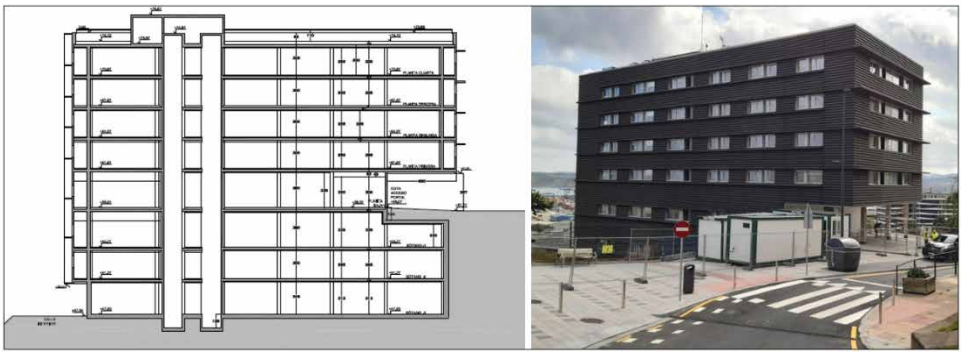


Figura 1. Promoción B87 de VISESA en Santurtzi (Bizkaia). Junio 2019. Fotografía: VISESA.

El edificio ha sido diseñado para cumplir altos estándares de eficiencia energética, más allá de las actuales regulaciones nacionales (CTE 2006), e incluso por encima de lo contemplado en el borrador del futuro CTE. Esto es posible gracias a un detallado diseño para la reducción de infiltraciones y puentes térmicos, la instalación de ventilación mecánica de doble flujo con recuperación de calor y unas excelentes características térmicas para la envolvente. La demanda de calefacción calculada para una vivienda de estas características y zona climática es, en consecuencia, muy baja: sólo 6 kWh/m^2·a, por debajo de la demanda esperada para ACS que es de 12 kWh/m^2·a. En lo relativo a sistemas de refrigeración, no se han instalado dado que la demanda es muy baja en esta zona climática y la ventilación natural, especialmente nocturna, es suficiente para alcanzar los valores de confort.

Estas demandas energéticas tan bajas, abren la puerta a la reconsideración de las estrategias para suministro de energía en este tipo de edificios, dado que una de las principales ventajas del gas natural es el suministro de una potencia base elevada e inmediata podría no ser necesaria para edificios de bajo consumo energético con picos de demanda igualmente bajos.

Diferentes opciones de sistemas de ACS y calefacción

La tabla I describe los diferentes sistemas de ACS y calefacción que han sido considerados para el edificio, los cuales combinan el uso de la tecnología de Bombas de Calor (BdC) con diferentes fuentes de obtención del calor (aire, geotermia y mixta).

Sistema	Potencia instalada	Eficiencia
1.- GAS (Cald. Condensación) + SOLAR (CENTRALIZADO)	2 X 50 kW	102%
2.- BdC AIRE – AGUA (CENTRALIZADO)	2 X 47 kW	SCOP = 2,5
3.- BdC AIRE – AGUA + GEOTERMIA (CENTRALIZADO)	2 X 47 kW	SCOP = 3
4.- BdC GEOTERMIA (CENTRALIZADO)	2 X 47 kW	SCOP = 4
5.- BdC AIRE – AGUA (INDIVIDUAL)	32 X 7 kW	SCOP = 2,5

Tabla II. Sistemas de ACS y calefacción considerados en este estudio.

La opción 1 con calderas de gas, incluye una instalación solar térmica con 14 paneles de 2,52 m2 cada uno, lo que cubriría el 32% de la demanda anual de ACS, ya que esto ha sido un requisito de la normativa para cumplir la contribución mínima de renovables. La opción 2 utiliza bombas de calor aire-agua y la opción 4 bombas de calor geotérmicas. La opción 3 es una opción mixta que puede aerotermia y geotermia según cuál sea la temperatura de la fuente de calor (aire exterior o terreno). La opción 5 se refiere a instalaciones individuales en cada vivienda.

Para todas las bombas de calor, y suponiendo unos coeficientes de rendimiento estacional (SCOP) como los definidos en la Tabla I, los requerimientos de contribución de energía renovable quedarían suficientemente cubiertos, dado que la energía renovable de las bombas de calor se calcula según lo establecido en la Directiva de Energía Renovable [1]. Además, es necesario tener en cuenta que el rendimiento de la bomba de calor dependerá del rendimiento de la instalación de la que forman parte, incluyendo varios depósitos de inercia y de almacenaje, numerosas bombas e intercambiadores de calor y una lógica de control que deberá ser programada. Por tanto, los valores de rendimiento

estacional, emitidos por los fabricantes de acuerdo a procedimientos de testeo estándares como el EN 14825 [2], necesitarán ser ajustados al rendimiento real de la instalación de la que forman parte y a las demandas estimadas. Los valores mostrados en la Tabla I parten de cálculos realizados con la herramienta de certificación energética HULC [3], ajustada posteriormente a las particularidades de esta instalación que el software no es capaz de modelar, como por ejemplo las pérdidas de los distintos sistemas de almacenamiento y distribución.

A partir de estas estimaciones acerca del rendimiento energético de los diferentes sistemas, se han calculado, y se presentan en la Tabla II, los consumos finales de energía para calefacción y ACS para este edificio. En esta tabla no se añaden los consumos de energía auxiliar dado que el sistema de distribución, que es prácticamente estándar en este tipo de edificios, se ha mantenido en todas las opciones.

Sistema	Gas [kWh/año]	Eficiencia [kWh/año]
1.- GAS (Cald. Condensación) + SOLAR (CENTRALIZADO)	64.701	0
2.- BdC AIRE – AGUA (CENTRALIZADO)	0	36.355
3.- BdC AIRE – AGUA + GEOTERMIA (CENTRALIZADO)	0	30.926
4.- BdC GEOTERMIA (CENTRALIZADO)	0	22.722
5.- BdC AIRE – AGUA (INDIVIDUAL)	0	30.355

Tabla III. Consumo energético para calefacción y ACS para las distintas opciones.

Resultados para el Análisis de Ciclo de Vida medioambiental y de costes

Este estudio pretende servir de ejemplo sobre cómo las decisiones sobre sistemas energéticos pueden tener en cuenta una perspectiva de ciclo de vida. El rendimiento económico y medioambiental ha sido evaluado desde la perspectiva de ciclo de vida conforme a la norma *EN 15978:2011* [4], y a la norma *EN 16627:2015* [5]. El análisis considera el impacto de los productos (A1 – A3, fabricación de los sistemas), el proceso de instalación in situ (A4 – A5) y la etapa de uso (B1 – B7, incluyendo operación y mantenimiento). El periodo de tiempo de estudio para este análisis ha sido de 15 años. La unidad funcional seleccionada para el análisis ha sido 1kWh de calor entregado a las viviendas, para calefacción y agua caliente.

Evaluación medioambiental

Se ha usado la base de datos ECOINVENT LCA [6], con el fin de atribuir un valor de impacto medioambiental a cada uno de los diferentes productos que conforman las instalaciones planteadas, como calderas de gas, paneles solares, bombas de calor, pozos de geotermia, depósitos, etc.; así como los impactos relacionados con el consumo de electricidad y gas. Se han calculado distintos indicadores medioambientales de acuerdo al estándar EN 15978. La Figura 2 muestra los resultados para el indicador de potencial de calentamiento global.

Se puede observar de forma clara cómo el principal impacto medioambiental es, como era esperable, el relativo al consumo de energía en la etapa de uso (B6), y cómo el impacto de la etapa de producto (A1 – A5) es relativamente bajo. Los resultados para las soluciones con bomba de calor, incluso cuando el actual mix eléctrico (considerado constante para los 15 años de periodo de estudio), se muestran favorables para este indicador.

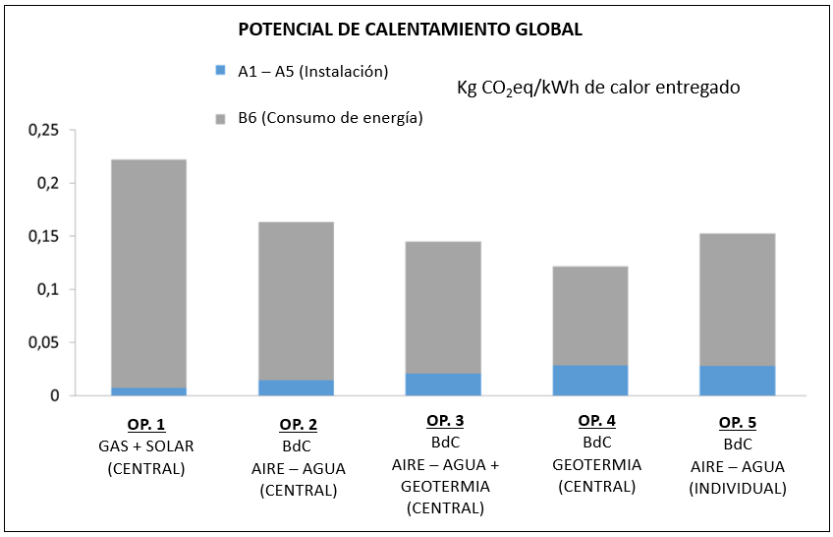


Figura 2. Indicador de potencial de calentamiento global por kWh de calor entregado de los distintos sistemas.

Evaluación económica

Para cuantificar los indicadores de coste sobre el periodo de estudio, es necesario desarrollar una serie de escenarios y hacer determinadas asunciones en algunas variables. Este análisis considera una tasa de descuento real del 3%, e incrementos conservadores en el precio del 0.5% en la electricidad y el 1% para el gas. Los costes para cada opción se han desagregado en la Tabla III (costes de producción e instalación), y en la Tabla IV (costes de mantenimiento).

Costes A1 – A5	**OP 1: GAS + SOLAR**	**OP 2: AEROTERMIA CENTRAL**	**OP 3: AERO. + GEO. CENTRAL**	**OP 4: GEOTERMIA CENTRAL**	**OP 5: AEROTERMIA INDIVIDUAL**
Total Generación + Distribución:	**72.504,25 €**	**111.757,47 €**	**155.190,39 €**	**165.446,00 €**	**247.898,59 €**
Procedimientos legales	1.171,88 €	1.115,53 €	1.115,00 €	1.115,00 €	1.143,71 €
Generación y sala de calderas	27.453,93 €	69.347,62 €	71.866,81 €	70.089,00 €	237.920,00 €
Regulación y control	14.311,96 €	33.175,48 €	25.870,74 €	20.765,00 €	8.834,88 €
Distribución general (no interna)	8.832,44 €	8.118,84 €	8.118,84 €	8.118,00 €	
Instalación solar	20.734,04 €				
Pozos			39.533,00 €	56.400,00 €	
Respuesta Termal (TRT) y Comisionado			8.686,00 €	8.959,00 €	

Tabla IV. Costes etapas de producto e instalación (A1 – A5) para las distintas opciones.

Sistema	**Coste B2 (Mtto.) [€/año]**
1.- GAS (Cald. Condensación) + SOLAR (CENTRALIZADO)	1.700
2.- BdC AIRE – AGUA (CENTRALIZADO)	1.700
3.- BdC AIRE – AGUA + GEOTERMIA (CENTRALIZADO)	1.500
4.- BdC GEOTERMIA (CENTRALIZADO)	1.000
5.- BdC AIRE – AGUA (INDIVIDUAL)	2.560

Tabla V. Coste etapa de mantenimiento (B2) para las distintas opciones.

Una instalación centralizada de bombas de calor de aerotermia necesita contratar una potencia estimada de 45 kW para los periodos pico, comparado con los 25 kW contratados para instalaciones centralizadas de bombas de calor de geotermia. Para instalaciones de bombas de calor individuales, cada vivienda necesitaría contratar una potencia adicional, que se ha estimado en 3kW, lo que incrementa de forma importante los costes fijos de operación para los usuarios. Por su parte, las instalaciones de gas tienen la ventaja de unos costes fijos muy bajos. La Figura 3 muestra los resultados para los costes operacionales para las opciones consideradas, exponiendo los costes fijos y variables (energía) por kWh de calor entregado.

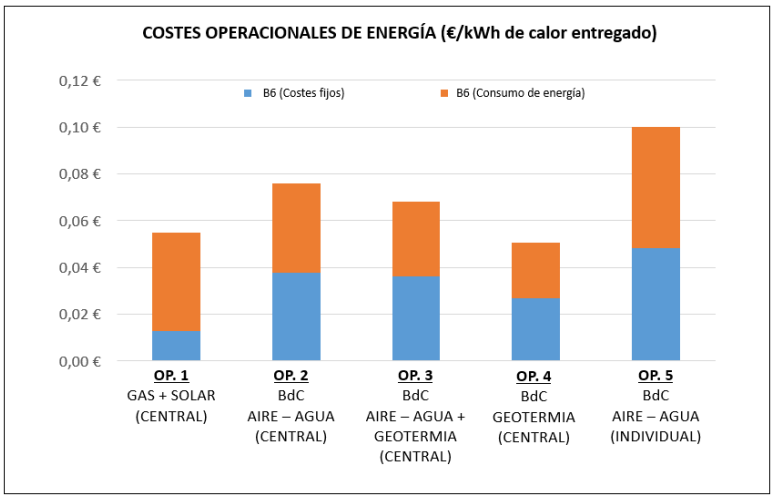


Figura 3. Costes operacionales de energía por kWh de calor entregado de los distintos sistemas.

Del análisis de costes puede extraerse que los bajos costes fijos de la opción de caldera de gas hace de esta solución una opción interesante desde un punto de vista de costes operacionales de energía, solo por detrás de la opción de bombas de calor de geotermia. Las bombas de calor individuales, debido a los costes fijos y variables, se destacan como la opción más cara en este caso. Para poder comparar todas las tecnologías en el periodo de estudio seleccionado de 15 años, es necesario añadir a los costes operacionales de energía costes de otras etapas del ciclo de vida.

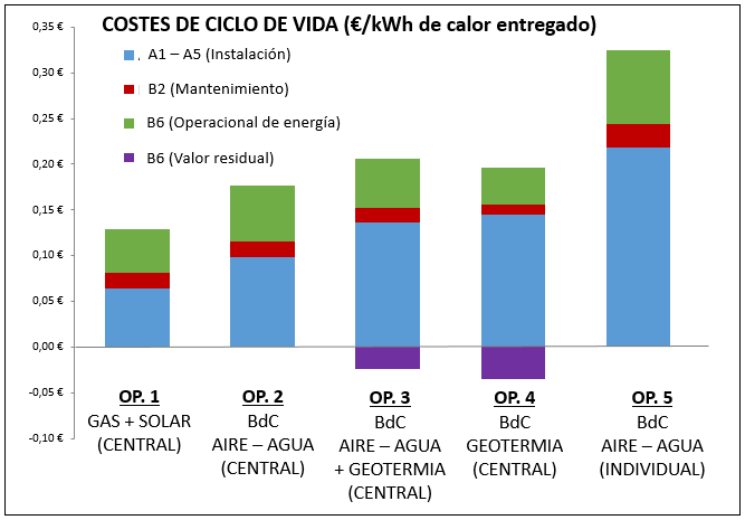


Figura 4. Costes de ciclo de vida por kWh de calor entregado de los distintos sistemas.

Debido a una menor inversión inicial y un coste operacional competitivo, las instalaciones de gas apoyadas por sistemas de calentamiento de agua solar son las más económicamente favorables para el edificio caso de estudio. Las

instalaciones de geotermia ofrecen el coste operacional de energía más bajo, y el coste más bajo para los usuarios considerando también el mantenimiento, pero por el contrario requieren de inversiones iniciales elevadas, de forma que el coste toral de ciclo de vida es mayor que las opciones de gas y aerotermia centralizada. Si bien, es necesario subrayar que si se considera el valor residual de los pozos de geotermia, que tienen una vida estimada de 50 años muy por encima de los 15 años del estudio, los resultados en cuanto a coste de ciclo de vida serían similares a los de las estaciones centralizadas de aerotermia. Por su parte, las instalaciones individuales de aerotermia son la solución más cara para este edificio en todas las categorías de coste (instalación, mantenimiento y operación).

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La mayoría de los impactos de ciclo de vida para entregar calor ocurren durante la fase de operación. El total de emisiones de CO2 del ciclo de vida han demostrado que el gas, que frecuentemente se cita como un combustible de transición y de bajo carbono y todavía hoy es uno de los principales combustibles para calefacción en España, tiene mayores emisiones de CO2 que soluciones alternativas basadas en la tecnología de bombas de calor, incluso con el actual mix eléctrico. Del estudio de los costes de ciclo de vida, se desprende un resultado muy diferente. La instalación de gas, respaldada por un sistema de calentamiento de agua solar, destaca como la opción más coste – efectiva para el suministro de ACS y calefacción en el edificio considerado. La baja inversión inicial sumado a su contenido coste energético operacional, sólo cuestionado por soluciones de bomba de calor geotérmica más eficientes, deja clara la dificultad de competir únicamente en términos de coste con esta solución estándar.

Comparando las soluciones de bomba de calor, la aerotermia centralizada destaca como la más competitiva, aunque con un periodo de estudio mayor (p.ej.: 50 años), la solución geotermal sería competitiva en términos de coste. Las bombas de calor individuales son la opción más cara, debido a la inversión inicial elevada y un mayor coste operacional.

Como conclusión final, las bombas de calor pueden ser una buena solución para reducir las emisiones de CO2, por la posibilidad de usar, de manera creciente, energía eléctrica de origen renovable, también de generación in situ. Aunque económicamente todavía cuentan con una fuerte competencia desde el suministro de gas.

Las grandes dosis de incertidumbre al calcular el coeficiente de rendimiento estacional de las instalaciones subrayan la necesidad de establecer protocolos robustos de comisionado y Medida y Verificación para edificios que incorporen tecnología de bombas de calor, procedimientos que en este caso ya se están implementando en el edificio utilizado como caso de estudio.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación recibida del programa Horizon 2020 de la UE, dentro del contrato nº 754174, correspondiente al proyecto AZEB “Affordable Zero Energy Buildings” en el que se enmarca ese análisis.

REFERENCIAS

[1] DIRECTIVE (EU) 2018/2001 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 11 December 2018, on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast)
[2] EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION (2016), EN 14825:2016 Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps, with electrically driven compressors, for space heating and cooling. Testing and rating at part load conditions and calculation of seasonal performance
[3] HULC (2016). Herramienta unificada LIDER-CALENER, versión 1.0.1493.1049. Disponible en: http://www.codigotecnico.org/
[4] EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION (2011), EN 15978
[5] EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION (2015), EN 16627:2015
[6] Wernet, G., Bauer, C., Steubing, B., Reinhard, J., Moreno-Ruiz, E., and Weidema, B., 2016. The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. The International Journal of Life Cycle Assessment 21 (9), pp.1218–1230.

ALDREN: UN PASO ADELANTE HACIA LA CERTIFICACIÓN VOLUNTARIA COMÚN EN EUROPA

Carlos Espigares Correa, Arquitecto, Doctorando, Universidad Politécnica de Valencia, Técnico I+D+i, Instituto Valenciano Edificación
Begoña Serrano Lanzarote, Directora, Instituto Valenciano Edificación, Profesora, Universitat Politécnica de València
María José Esparza Arbona, Técnica I+D+i, Instituto Valenciano Edificación

Resumen: El proyecto ALDREN (ALliance for Deep RENovation in Buildings) es el desarrollo extendido y la implementación de un Esquema de Certificación Voluntaria Europea (EVCS) para edificios no residenciales basado en el Artículo EPBD. 11 (9) y normas CEN / ISO. ALDREN es una acción de coordinación y apoyo (CSA). Se centra en herramientas y esquemas existentes desarrollados en parte por la Comisión Europea. El objetivo principal de ALDREN es alentar, a las partes interesadas del sector de la construcción, a emprender proyectos de renovación integral en sus propiedades. La emisión de Certificados de Eficiencia Energética (CEE) completos y verificados antes y después de la renovación deben contribuir al desarrollo de una valoración financiera innovadora de los activos de construcción e instrumentos financieros (por ejemplo, la integración de préstamos con tasas de interés diferenciadas) y el establecimiento de un modelo de negocio para la renovación integral con el fin de motivar la inversión. Los objetivos centrales del proyecto ALDREN son:

-Proporcionar una metodología armonizada de Calificación Energética Europea basada en el Esquema de Certificación Voluntaria Europea (EVCS) verificada mediante mediciones para aumentar la comparabilidad, la confianza y la aceptación del mercado mediante soluciones estandarizadas (estándares CEN / ISO.

-Asociar la renovación de edificios de alto rendimiento energético con ambientes interiores de alta calidad para desencadenar la renovación y promover soluciones que respalden la salud y el bienestar de los usuarios.

-Alinear el reconocimiento del mercado de alta calidad con el valor de construcción mejorado y el desarrollo de capacidades profesionales.

El resultado general de ALDREN será la infraestructura para permitir la transformación del mercado para una renovación profunda y apoyar directamente las políticas de la UE (EED, EPBD). Las soluciones específicas y el proceso de renovación paso a paso se integrarán de manera coherente y común en un Pasaporte de Renovación de Edificios (BRP). ALDREN BRP se alineará con la iniciativa GABC (Alianza Global para la Construcción y la Construcción), respaldada por DG Grow y DG Environment y con las iniciativas actuales para edificios residenciales. El sector no residencial (edificios de oficinas y hoteles) debe considerarse como un primer paso. Para demostrar el enfoque ALDREN, el EVCS actualizado se implementará en edificios de oficinas piloto y hoteles en diferentes climas en el territorio europeo. Sin embargo, el enfoque ALDREN podría adaptarse a otros sectores del mercado, en un desarrollo posterior. Los protocolos de renovación de ALDREN se pueden usar como módulos individuales en esquemas existentes o como herramientas independientes, que pueden ser superados por los Estados miembros de la Unión Europea.

Palabras clave: Alianza, Rehabilitación, Eficiencia Energética, Oficinas, Hoteles, EPBD, EVCS, EED, CEN e ISO Estandars, Procedimiento, Estándar, Modular, Integral, Pasaporte del Edificio, Certificación Voluntaria, Terciario, Verificación Rendimiento Energético, Calidad del Ambiente Interior, Valoración de Inmueble

INTRODUCCIÓN

La Comisión Europea estima que el logro de los objetivos energéticos y climáticos requerirá inversiones adicionales por € 170 mil millones [1] para descarbonizar y renovar el inventario de edificios existente al estándar de rendimiento energético más alto. Según la DG Ener [2], los edificios son responsables de aproximadamente el 40% del consumo de energía y el 36% de emisiones de CO2 eq. en la UE.

Varios estudios confirman que una de las principales barreras para mejorar los números en la renovación de edificios en toda Europa es la ausencia, en la mayoría de los casos, de una estrategia holística para diseñar, financiar e implementar protocolos de renovación y la falta de una relación sólida entre los diferentes interesados. Es necesario renovar el parque con herramientas y métodos holísticos y con un lenguaje común entre las partes interesadas para lograr los objetivos de la UE en materia de energía y clima.

De acuerdo con el Artículo 11 (9) de la EPBD (Energy Performance Building Directive), el Esquema de certificación voluntario europeo (EVCS) se considera el vehículo adecuado, por el mercado, para impulsar la rehabilitación energética en edificios no residenciales. Los edificios no residenciales representan aproximadamente el 25% de la

superficie útil edificada en Europa según una encuesta de la UE realizada por BPIE en 2012, y por lo tanto se consideran como los impulsores de esta transición energética que Europa está buscando.

En este contexto, ALDREN tiene la intención de alentar la inversión y acelerar el movimiento hacia un inventario de edificios no residenciales de energía casi cero en toda la UE, como objetivo para 2050 para cumplir con los compromisos del Acuerdo de París. La columna vertebral de ALDREN es el Esquema de Certificación Voluntario Común Europeo (EVCS) que se utilizará para rastrear el proceso de renovación profunda. Los pilotos de ALDREN estarán entre las primeras aplicaciones del EVCS, ya sea como un módulo de energía en los esquemas existentes, como independientes, o para ser asumidos por los Estados miembros.

DESCRIPCIÓN

Una lengua común_T2.1

La necesidad de una integración global en el lenguaje EVCS

Los dueños de propiedades, inversores, promotores, compañías de seguros, bancos, basan su actividad en decisiones racionales y en el arbitraje de activos atractivos, la valoración económica y financiera y la mitigación de riesgos.

Para edificios de oficinas y hoteles, al igual que para el stock total de edificios, la renovación integral (con un ambicioso ahorro del 60% de energía primaria a través del reacondicionamiento de edificios), o incluso el traslado al nivel de NZEB, no se activará por motivo como el rendimiento energético y las ventajas financieras sobre la vida útil del edificio. El desarrollo de procedimientos holísticos, la evaluación de los beneficios globales de la renovación integral del edificio (en relación con el rendimiento energético, la confianza en el ahorro, los ambientes interiores de alta calidad, la valoración financiera) son necesarios para involucrar a los propietarios de propiedades y partes interesadas en acometer una empresa de esta envergadura.

El procedimiento ALDREN consolida la evaluación de renovación integral, mediante:

- Una calificación de rendimiento energético armonizada europea, que ofrece comparabilidad y transparencia en toda la UE.
- Un protocolo de verificación de rendimiento energético para mejorar la confianza (obtienes lo prometido), valor de construcción y herramientas de gestión.
- Un marco de evaluación de la salud y el bienestar que ofrece la integración de la calidad del aire interior, la comodidad y la salud en el alcance de la renovación energética profunda.
- La valoración financiera de los beneficios tanto energéticos como no energéticos (como el aumento de la productividad en los edificios de oficinas)
- Un Pasaporte de Renovación del Edificio (BRP) y una hoja de ruta.

Los procedimientos de ALDREN están diseñados para ser adoptados como un estándar independiente o como un conjunto de piezas metodológicas individuales que pueden ser abordadas en esquemas de certificación ambiental voluntarios ya existentes en toda *la UE (es decir, BREEAM, HQE, DGNB, IVE).*

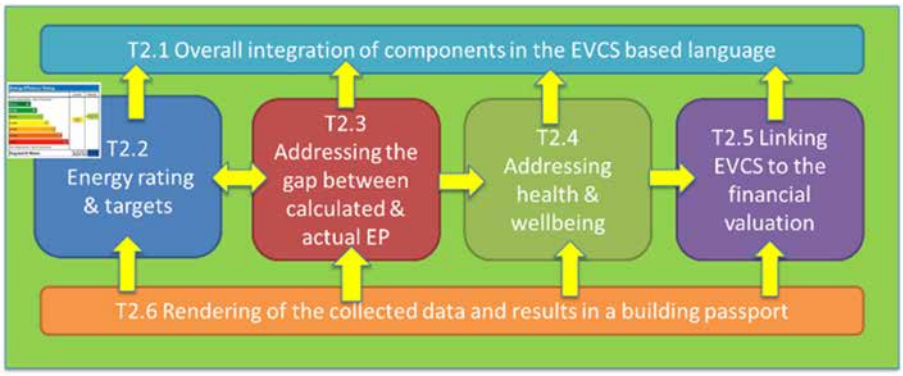


Figura 1. ALDREN en pocas palabras, 6 tareas para la consolidación y adaptación de un lenguaje común basado en EVCS (Esquema de Certificación Voluntaria Europea).

PROCEDIMIENTO

Clasificación Energética y Objetivos_T2.2

Las calificaciones y los objetivos energéticos reportados mediante Certificados de Eficiencia Energética (CEE), son las principales herramientas de asesoramiento, accesibles y transparentes, para propietarios de edificios, inquilinos, instituciones financieras y responsables políticos. El papel de los CEE se ha reforzado en la Directiva 2018/844 que modifica la EPBD. La Directiva 2018/844 recomienda comparar los certificados de rendimiento energético emitidos antes y después de la renovación. Se solicita a los Estados miembros que garanticen que los certificados nacionales son de buena calidad para proporcionar información fiable. Sin embargo, para gestionar grandes stocks de edificios a escala europea, los CEE nacionales aún no ofrecen comparabilidad directa en sus calificaciones a lo largo de toda la UE y no consideran de la misma manera las soluciones innovadoras y todos los sistemas técnicos [3]. Los objetivos de descarbonización, eficiencia energética y ahorro de energía primaria de la UE son de importancia social y ambiental, mientras que el interés de los propietarios de edificios privados a menudo está determinado por los costes. Tanto el aspecto social como el económico se reúnen en el Certificado Común Voluntario Común de la Unión Europea (EVC) [4] de ALDREN. ALDREN EVC establece las condiciones para un punto de referencia consistente del rendimiento energético, basado en una escala comparable en toda la UE, con un punto de referencia que refleja aproximadamente el coste óptimo del rendimiento energético.

Los indicadores de rendimiento energético garantizan la transparencia y fiabilidad a través de:

- Una metodología de evaluación armonizada y transparente basada en los nuevos estándares CEN desarrollados bajo el Mandato M / 480 de la Comisión, que utiliza el paso de cálculo por hora, las condiciones del clima local, los patrones de uso nacionales y los factores de energía primaria europeos.
- Una clasificación energética del estado actual del edificio y otra asumida después de la realización de las mejoras recomendadas donde se reportan los ahorros potenciales. Esta calificación puede unirse al BRP (recomendado por la enmienda de la EPBD).

ALDREN EVC proporciona también:

- Un posible vínculo con instituciones financieras para facilitar las renovaciones de eficiencia energética, por ejemplo, reduciendo el riesgo de inversión para el sector privado.
- Un enlace con la valoración de activos y estrategias financieras.
- Indicadores numéricos adicionales, para el uso general de energía del edificio (recomendado por la enmienda EPBD)
- Integración de indicadores de rendimiento energético y datos relacionados documentados en el Pasaporte de renovación de edificios.

Diferencias entre el CEE calculado y el consumo energético real_T2.3

La brecha de rendimiento energético comúnmente observada en Europa entre las predicciones de los modelos utilizados para la calificación de activos y las mediciones de edificios en uso tiene dos causas principales [5].

1. En primer lugar, los modelos de calificación de activos simplificados son constantemente incapaces de predecir con precisión el consumo real de energía en uso de los edificios no residenciales, especialmente aquellos con sistemas de aire acondicionado.
2. En segundo lugar, las estrategias de control ineficientes y / o mal implementadas son comunes y se mantienen en uso debido a que la administración apunta a evitar quejas en lugar de lograr una operación eficiente.

Para superar estos dos problemas, ALDREN propone:

- Siguiendo las mejores prácticas (por ejemplo, Australia), se utilizan modelos más avanzados, en los cuales el edificio y su sistema de HVAC y controles se modelan simultáneamente y en detalle [6].
- Que se desarrolle una descripción precisa de las operaciones a partir del modelo de simulación, implementada en relación con las capacidades de los usuarios y / o operadores previstos del edificio y se verifique que funcionan correctamente mediante una puesta en servicio intensiva y un ajuste fino durante la operación temprana.
- Que se establezca un objetivo de rendimiento de energía operacional del edificio para la renovación, corroborado en la etapa de diseño mediante el modelado avanzado, y luego se verifica durante el primer año de operación a través de un sistema de medición de energía adecuadamente especificado.

Es esencial que cuando se realizan comparaciones del uso de energía medida y modelada, se realice de manera similar. En el modelo se aplican condiciones de frontera comparables a las experimentadas en el edificio real. Esto incluye asegurarse de que las horas de uso en diferentes zonas del edificio y el clima que se produce durante el año de medición para el edificio real se repliquen en el modelo. Para cumplir estos objetivos, ALDREN producirá dos documentos clave:

- Un Protocolo de Prueba de Diseño (DTP), que se aplicará durante cada una de las etapas críticas de la renovación para garantizar que el resultado de rendimiento logre la intención del diseño.
- Una Herramienta de Verificación de Rendimiento (PVT), que facilita el cálculo de la brecha de rendimiento antes y después de la renovación, proporcionando información sobre cualquier desviación de la intención de diseño.

El resultado fundamental del enfoque ALDREN es que al seguir el DTP y, por lo tanto, garantizar que todas las partes consideren el rendimiento energético en cada etapa clave del proceso de renovación, el rendimiento energético en uso del edificio renovado será el pretendido. Un elemento importante del protocolo es incluir predicciones del rendimiento energético del edificio en condiciones reales, así como en condiciones estándar, tanto en las etapas previas como posteriores a la renovación.

Salud y Bienestar_T2.4

Según el World Green Building Council [7], el costo dominante de la administración de edificios comerciales, en los llamados "países desarrollados", está asociado con los ocupantes.

Reconociendo la existencia de datos que permiten la valoración económica de la mejora de la IEQ, uno de los objetivos de ALDREN es definir una calificación de la Calidad del Ambiente Interior (IEQ).

Para guiar este proceso, se revisaron los códigos de construcción nacionales, las normas nacionales e internacionales [8], así como los esquemas de certificación (por ejemplo, Nivel (es), HQE, IVE, Itaca, BREEAM, DGNB, LEED, CASBEE) para identificar qué parámetros de IEQ son abordados en estos documentos y en qué niveles se recomiendan. De esta manera, se aseguró la compatibilidad del enfoque ALDREN.

Los siguientes parámetros que describen IEQ fueron seleccionados para describir:

- Ambiente térmico: % de tiempo fuera del confort térmico
- Calidad del aire interior: tasa de ventilación, CO2, % de humedad, moho, formaldehído, benceno, PM2.5, NO2, radón y el uso de materiales de baja emisión
- Ambiente acústico: nivel de ruido y tiempo de reverberación
- Entorno visual: resplandor, color claro e iluminancia
- Capacidad para controlar IEQ: control de temperatura, calidad del aire, luz natural, luz artificial, la presencia de ventanas operables, termostatos, persianas
- Se reconoce que esta lista no está completa, pero la selección tenía que ser pragmática, especialmente teniendo en cuenta que la cuantificación de estos parámetros de IEQ solo respalda el proceso de renovación de energía propuesto por ALDREN

Se desarrollan protocolos detallados que permiten la cuantificación dichos parámetros de IEQ. Los parámetros que no pueden simularse se cuantifican mediante mediciones, y estos que no pueden medirse (por ejemplo, la presencia de ventanas o termostatos operables) mediante observación.

Uniendo la certificación Voluntaria con el Valor Financiero de los inmuebles_T2.5

La valoración financiera en el proyecto ALDREN establece un marco que vincula el rendimiento energético certificado, el bienestar y el IEQ con indicadores financieros y económicos. Definirá cómo, más allá de los ahorros de energía esperados, el bienestar y la IEQ se pueden "traducir" en valor financiero.

Se han analizado los principales enfoques existentes de los vínculos entre el rendimiento energético de los edificios, el bienestar y la IEQ y el valor económico y financiero de los activos inmobiliarios.

En particular, se ha centrado en:

- los diferentes tipos de valores económicos y financieros y los diferentes tipos de situaciones de valoración

- los diferentes tipos de enfoques para evaluar el desempeño financiero y / o económico de los edificios con eficiencia energética, el bienestar y la IEQ

Los principales problemas para aumentar el éxito del vínculo entre la renovación energética y la valoración financiera son:

- La necesidad de dirigirse a los actores del mercado financiero en su propio "idioma".
- Asegurar que la metodología propuesta pueda integrarse fácilmente en las prácticas actuales.

La conversión en valor financiero se abordará a través de varios indicadores financieros. El enfoque clave podría ser el valor de la propiedad para la comunidad de inversión y el riesgo de crédito para el proveedor de financiamiento. Los métodos exactos para abordar los vínculos entre el rendimiento energético, el bienestar y la IEQ y esos indicadores representan la tarea principal de la valoración financiera de ALDREN.

La valoración financiera es la etapa final en la interacción de los resultados de ALDREN y depende de los resultados de las interacciones entre los otros módulos del procedimiento ALDREN.

El Pasaporte de Renovación de Edificios_T2.6

La introducción del Pasaporte del Edificio (BP) tiene como objetivo proporcionar información sobre la construcción a los propietarios, a los administradores de las existencias que deben lidiar con los problemas de inversión y renovación ya los posibles compradores, inversores, inquilinos o usuarios de edificios. Una de las barreras más citadas de la renovación de edificios es la falta de conocimiento sobre qué hacer, dónde comenzar y qué medidas implementar en qué orden.

En este marco, la directiva de la UE 2018/844 [9] subraya la necesidad de que los Estados miembros preparen e implementen Estrategias nacionales de renovación a largo plazo (LTRS) para su inventario de edificios e introduce la posibilidad de que los Estados miembros introduzcan una regulación para el pasaporte de renovación de edificios individuales.

El enfoque ALDREN se ha desarrollado bajo los siguientes puntos clave importantes a seguir para la definición del Pasaporte de Renovación de Edificios (BRP):

- ALDREN BRP debe proporcionar una estrategia de renovación más detallada que incluya la vida útil de los componentes y la secuencia de pasos técnicos hacia la renovación profunda;
- ALDREN BRP debe servir a diferentes actores, desde personal técnico y diseñadores hasta propietarios de edificios, para facilitar el proceso de toma de decisiones. Si se dispone de un pasaporte detallado de la hoja de ruta, se podría incluir un breve resumen en las recomendaciones del CEE. El consorcio del proyecto ha desarrollado el primer borrador del modelo del modelo de datos para la estructura final de ALDREN BRP, considerando todos los aportes y parámetros de los temas presentados en las secciones anteriores del presente documento. La principal característica acordada para ALDREN BRP es la estructura modular compuesta básicamente por dos elementos principales: 1. Registro 2. Hoja de ruta. Cada elemento está subestructurado en módulos por diferentes temas correspondientes a los temas investigados dentro del enfoque ALDREN.

El Registro ALDREN se estructurará en 6 módulos:

- ML1 foto del edificio.
- Evaluación de la calificación energética de ML2.
- ML3 rendimiento energético operacional.
- ML4 Confort y bienestar.
- ML5 Costo, valor y riesgo.
- Documentación ML6 y BIM.

Mientras que la Hoja de ruta de ALDREN se estructurará en 3 módulos:

- MR1 ALDREN Tiempo de renovación.
- MR2 lista de acciones de renovación elemental.
- MR3 Descripción de la acción de renovación elemental.

Cada módulo del Registro ALDREN tiene un modelo de datos específico con base de datos dedicada (DB) e indicadores (algunos pueden estar en común con otros módulos):

- El nivel 0 comprende la cantidad total de datos recopilados para cada tema
- El nivel 1 es el resultado de un preproceso en los datos del nivel 0 según el enfoque ALDREN
- El nivel 2 contiene los datos que aparecerán en el libro de registro
- El nivel 3 representa la selección final de los datos básicos que aparecerán en la portada de BRP de ALDREN

AGRADECIMIENTOS

Sin la contribución de los siguientes investigadores, ALDREN no sería posible: Mathieu RIVALLAIN (CSTB, Francia), Corinne MANDIN (CSTB, Francia), Jana BENDZALOVA (ENBEE, Eslovaquia), Robert COHEN (VERCO, Reino Unido), Saadia ANSARI (VERCO, Reino Unido), Greg WARING (VERCO, Reino Unido), Pawel WARGOCKI (DTU, Dinamarca), Christophe GERARD (CERTIVEA, Francia), Yona KAMELGARN (CERTIVEA, Francia), Graziano SALVALAI (POLIMI, Italia), Marta Maria SESANA (POLIMI, Italia), Pablo Carnero Melero (IVE, España).

REFERENCIAS

[1] BPIE. Multiannual financial framework beyond 2020: five principles to improve how the EU finances building renovation and a nearly zero energy building stock.
[2] DG Ener website, visited on 04/09/2018 https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings
[3] "Technical assessment of national/regional calculation methodologies for the energy performance of buildings", Final report (2015-01-30) https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/EPB_calculations_in_EU.pdf
[4] Bendzalova J., "Specific criteria related to the label (display) and the content of energy performance certificate", Workshop – public consultation, Tender No. ENER/C3/2015-545 "Enabling the European Common Voluntary Certification Scheme for non-residential buildings" Paris, (April 2016)
[5] Cohen RR and Waring G, "A methodology to address the gap between calculated and actual energy performance in deep renovations of offices and hotels", IEECB'18, Frankfurt, (March 2018).
[6] Cohen, RR, Austin, BS, Bannister, P, Bordass, WT and Bunn, R, "How the commitment to disclose in-use performance can transform energy outcomes for new buildings", BSER&T Special Issue, (2017). http://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0143624417711343
[7] World Green Building Council Health, Wellbeing and Productivity in Offices: The Next Chapter for Green Building. (2014)
[8] EN 16798-1 (2018) Energy performance of buildings – Ventilation of buildings – Part 1: Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics. CEN (under approval)
[9] Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency, available at: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L .2018.156.01.0075.01.ENG

REALIDADES DE LA REHABILITACIÓN EECN BAJO EL ESTÁNDAR ENERPHIT DE UNA VIVIENDA EN EDIFICIO CATALOGADO DE 1920

Vanesa Ezquerra Ramos, Arquitecta, Certificated Passivhaus Designer

Resumen: La rehabilitación para lograr un Edificio de Energía Casi Nula, debe acometerse desde el estándar más ambicioso hoy en día, en lo relativo a consumo casi nulo: La Certificación Enerphit por el método de Limitación de Demanda. Como se observa en el ejemplo que muestra esta comunicación, este tipo de rehabilitación no solamente es rentable por su bajo periodo de amortización, sino que, además, aporta otros beneficios para el usuario a nivel de salud y confort, y también en material económica, porque supone una revalorización del inmueble, transformando esta vivienda en un edificio de energía casi nula.

Palabras clave: Edificio de Energía Casi Nula, Rehabilitación, Passivhaus, Rehabilitación Energética, Passivhaus, Edificio Histórico, Eficiencia Energética, Confort, Vivienda EECN

ANTECEDENTES

La rehabilitación EECN se plantea en una vivienda situada en un edificio con catalogación integral de 1920. La vivienda se sitúa en el último piso, abriendo sus luces a dos calles, y un patio de luces de grandes dimensiones.

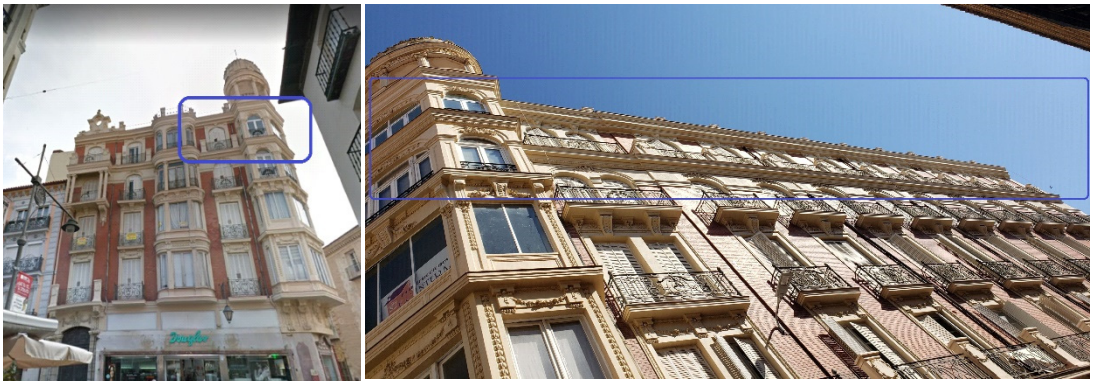


Figura 1. Fachadas Oeste y Sur de la Vivienda objeto de la rehabilitación EECN.

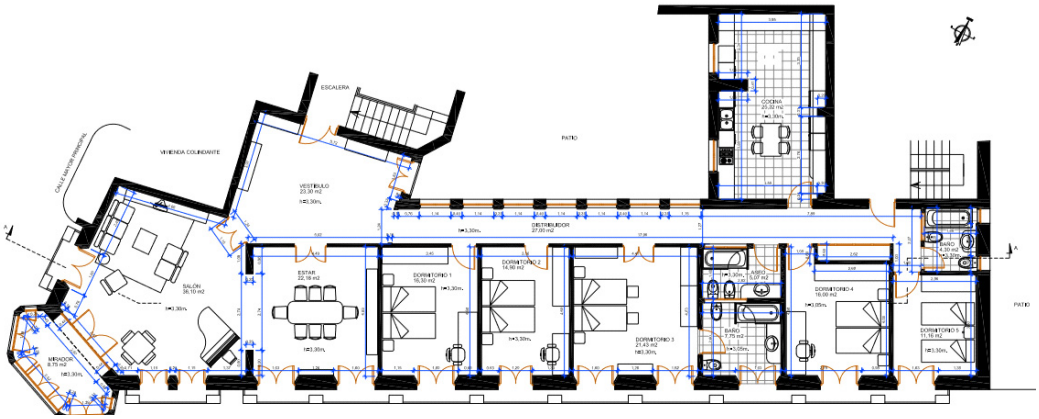


Figura 2. Plano de planta de la rehabilitación inicial propuesta.

La vivienda cuenta con una superficie construida de 280 m2 y una superficie útil de 239,60 m2. La orientación principal es Sur. Y carece de edificios circundantes que proyecten sombra sobre los huecos de la vivienda.

El propietario ha sido informado por su arquitecto que la rehabilitación planteada tan siquiera cumple con las exigencias en materia de eficiencia energetica que establece el código técnico de la edificación, aunque sí es obligatorio en este caso. Pero, además tampoco disponde de datos fehacientes sobre las futuras demandas de calefacción, refrigeración, y energía primaria, que la vivienda va a generar tras la rehabilitación.

EL ENCARGO

Ante la preocupación de los posibles gastos de mantenimiento de la vivienda una vez rehabilitada. El propietario contacta conmigo para que le ayude a transformar, el proyecto de rehabilitacion de su arquitecto, a un proyecto para lograr una vivienda EECN. Para ello me aporta unos planos y las mediciones del proyecto.

Como arquitecta con experiencia en diseño Passivhaus, le indiqué que la única forma certera, de lograr una rehabilitación real EECN, desde mi punto de vista es apostar por una Rehabilitación Enerphit, según el método de limitación de demanda energética, que la establece en 20kW/m2año, al ser el método más ambicioso, para lograr un EECN:

Zona climática de acuerdo al PHPP	Calefacción	Refrigeración
	Demanda de calefacción máxima	Demanda de refrigeración + deshumidificación máxima
	[kWh/(m²a)]	[kWh/(m²a)]
Polar	35	igual al requerimiento para Casa Pasiva
Frío	30	
Frío - templado	25	
Cálido - templado	20	
Cálido	15	
Caluroso	-	
Muy caluroso	-	

Figura 3. Criterios enerPHit para la Certificación según la limitación máxima de la demanda de calefacción.

Además, al decantarnos por una rehabilitacion Passivhaus, podemos contar con el programa de simulación y verificación energética que ha desarrollado dicho estándar el Pasive House Package Planner (PHPP). De este modo, podremos contar con datos objetivos y contrastados de cómo se va a comportar la vivienda, una vez aplicados sus principios, además de los costes, consumos energéticos, y temperaturas de confort interior una vez concluida la rehabilitación Enerphit.

Poder contar por anticipado con esta información, decantó la decisión del cliente, hacia la rehabilitación EnerPHit. Y para garantizar al 100% este objetivo, optamos por contratar, además, la auditoría por su Certificación por el Passivhaus Institute. Originado una revalorización del inmueble.

Sabríamos que ser más ambiciosos a la hora de implantar las medidas enerPHit, iba a suponer un incremento del presupuesto de obra. Pero gracias al PHPP, tendremos toda la información necesaria para tomar la decisión correcta: porque dispondremos de las demandas de energía primaria, ahorros anuales en el caso del Enerphit, y, por tanto, un plazo de amortización concreto de las medidas de implantación EECN.

No solo quise centrarme en las ventajas económicas, sino que le expuse, además, el resto de las ventajas que ofrece este tipo de construcciones diseñadas bajo el estándar Passivhaus:

- Se calientan con la luz del sol. Son casas que apenas necesitan calefacción pues se calientan principalmente mediante el sol, con el consiguiente ahorro.
- El aire del interior es más saludable. El proceso de ventilación interior de la casa pasiva es natural y la calidad interior es superior al entrar filtrado a la vivienda libre ácaros, polen, insectos, virus y bacterias.
- Mayor confort interior. Todo el interior se encuetra a la misma temperatura.
- Máximo confort acústico en su interior. Su aislamiento acústico es mucho más elevado respecto a una vivienda CTE. Esto es consecuencia del alto aislamiento térmico.

- Sin Aire Acondicionado. En un edficio rehabilitado Enerphit, no pasas calor en verano. Con el sistema de ventilación puedes lograr refrescamientos si fuera necesario sin necesidad de instalar aire acondicionado.
- Son Edificios Sin polvo. Ventilación natural filtrada reduce la formación de polvo al mínimo.
- Mejora el descanso. Cuando vives en una vivienda pasiva descansas mejor que en vacaciones gracias a su silencio, el aire oxigenado, sin apenas CO2.
- Son edificios respetuosos con el medio ambiente. Al reducir el consumo de energía a casi cero, utilizando equipo abastecidos por energías renovables, las emisiones de CO2 a la atmósfera son casi nulas. Este tipo de edificios ayudan a revertir el cambio climático.

EL PROYECTO INICIAL DE PARTIDA

El proyecto incial del que partíamos, planteaba las siguientes estrategias en materia de eficiencia energética:

- Aislamiento de 5 cm en cubierta, 3 cm en fachadas y medianerías de Poliuretano Proyectado
- Ventanas de altas prestaciones con certificación PH
- Vidrio Climalit con 1 cámara de 18
- Ventilación mecánica de simple flujo
- Suelo Radiante
- Generador de calor y Producción de A.C.S. con equipo mixto de Aerotermia+Caldera de gas
- No plantea reducción de puentes térmicos, ni mejoras de la hermeticidad de la vivienda

Estudiada la documentación entregada por el propietario, me dispuse a verificar su eficiencia introduciendo estos datos en el PHPP, obteniendo una primera visión de la eficiencia de la propuesta inicial:

Valores específicos del edificio con referencia a la superficie de referencia energética

					Criterio	Criterios alternativos	¿Cumplido?[2]
	Superficie de referencia energética	m²	239,6				
Calefacción	Demanda de calefacción	kWh/(m²a)	40,92	≤	20	-	No
	Carga de calefacción	W/m²	34,84	≤	-	-	
Refrigeración	Demanda refrigeración & deshum.	kWh/(m²a)	33	≤	15	15	No
	Carga de refrigeración	W/m²	23	≤	-	10	
	Frecuencia de sobrecalentamiento (> 25 °C)	%	-	≤	-		-
	Frecuencia excesivamente alta humedad (> 12 g/kg)	%	0	≤	10		Sí
Hermeticidad	Resultado ensayo presión n_{50}	1/h	4,0	≤	1,0		No
Energía Primaria no renovable (EP)	Demanda EP	kWh/(m²a)	122	≤	-		-
Energía Primaria Renovable (PER)	Demanda PER	kWh/(m²a)	105	≤	111	111	Sí
	Generación de Energía Renovable (en relación con área de la huella del edificio proyectado)	kWh/(m²a)	0	≥	-	-	

[2] Celda vacía: Falta dato; '-': Sin requerimiento

Confirmo que los valores aquí presentados han sido determinados siguiendo la metodología de PHPP y están basados en los valores característicos del edificio. Los cálculos de PHPP están adjuntos a esta comprobación.

¿EnerPHit Classic? No

Función:	Nombre:	Apellido:	Firma:
1-Diseñador	Vanesa	Ezquerra Ramos	

Emisión:	Ciudad:

Figura 4. Resultados del Proyecto inicial según PHPP.

A pesar del bajo nivel de aislamiento térmico instalado, 3 cm en paredes y 5 cm en cubierta, se observó cómo la incorporación de ventanas con certificación Passivhaus, ha logrado mejorar energéticamente la vivienda, llegando a valores CTE. A pesar de ello, esta intervención NO cumple con el estándar EnerPHit, como suponíamos. Y, por tanto, no podría considerarse una vivienda EECN. Esto es debido a una excesiva demanda y carga de calefacción, así como una elevada demanda y carga de refrigeración, acentuada por la inexistencia de hermeticidad, y el diseño de una instalación de ventilación mecánica de simple flujo.

La elevada demanda de refrigeración nos llamó mucho la atención porque en Palencia no suele ser necesario la refrigeración en verano, y en este caso la demanda casi alcanzaba el dato de la calefacción, habiendo 3 meses de verano y 9 de invierno en esta zona. Esto se debe a que esta intervención crea un sobrecalentamiento en el interior el

34%. Al ser mayor del 10% de sobrecalentamiento, Passivhaus establece la necesidad de incorporar una instalación de climatización, para reducir dicho impacto y lograr las medidas de confort exigidas por este estándar.

Las consecuencias de las elevandas demandas de calefacción y refrigeración se traducen en una alta demanda de energía primaria que vamos a necesitar para abastecer a los equipos de climatización llegando a los 2.331,60 €/año, sin incluir costes de peaje de energía, alquiler de equipo, potencia contratada, ni impuestos.

El presupuesto de proyecto para la rehabilitación inicial plateada por el arquitecto alcanza los 189.362,00 €.

LA PROPUESTA EECN-ENERPHIT

Dado que el proyecto inicial no logra ser un EECN, planteamos diferentes opciones y medidas correctoras, hasta dar con la propuesta final, por ser la más interesante en relación calidad precio, cumpliendo con el estándar EnerPHit, de limitación de demanda, planteando con estas medidas:

- Aislamiento de 20 cm en cubierta y 9 cm en fachadas y medianerías con Lana Mineral 0,032W/mk, y 7cm EPS 0.029W/mk
- Ventanas de altas prestaciones con certificación PH
- Vidrio Climalit Bajo Emisivo 2 cámaras de 18mm argón 90% y Control Solar en las ventanas del Mirador situado al sur-oeste al no contar con contraventanas
- Intercalario Caliente en el vidrio
- Minimización de los puentes térmicos
- Colocación de capa de hermeticidad en toda la envolvente para logra <1 h-1 a 50 Pascales (Test Blower Door)
- Instalación de un sistema de ventilación de doble flujo con recuperación de calor de 79,5%
- Instalación de aislamiento en suelo de EPS 0,029W/mk
- Distribución de calor a través del postcalentamiento del aire de ventilación + radiadores toalleros en los baños
- Generador de calor y Producción de A.C.S. con equipo aerotermia alta eficiencia

La reducción de puentes térmicos es un punto muy importante, a la hora de reducir pérdidas de energía y lograr una demanda de calefacción < 20 kW/m2. Según los cálculos realizados con el programa THERM los puentes térmicos perimetales de forjado superior e inferior salen negativos, y por tanto no se han tenido en cuenta en el PHPP.

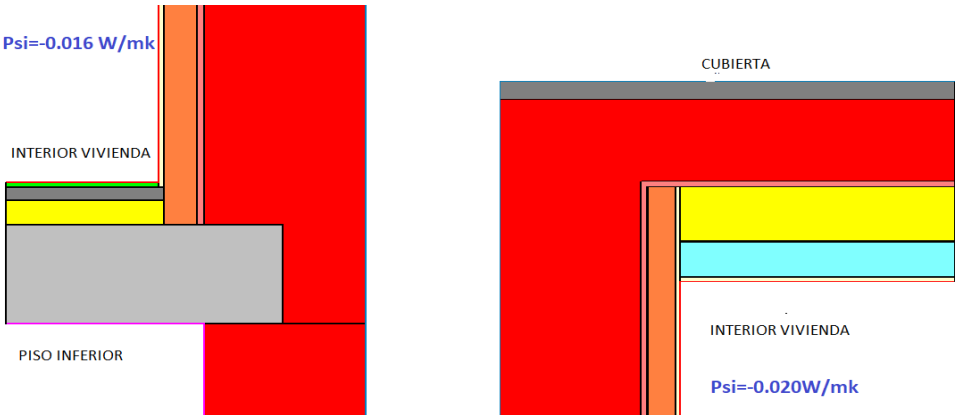


Figura 5. Cálculo de los puentes térmicos perimetrales con Therm.

En el proyecto no se tenía en cuenta el puente térmico de instalación de ventanas y balconeras, porque el nivel de aislamiento era muy bajo. Su impacto, aunque bajo (0.067W/mk), es significativo al ser menor de 0.01, debe tenerse en cuenta. El problema surge al mejorar térmicamente la envolvente con la opción EnerPHit, los puentes térmicos se acentúan, teniendo que realizar un diseño para minimizar en lo posible dichas pérdidas.

Al final se optó por un premarco de 100x40mm de Foam Glass, además de llevar el aislamiento térmico hasta el mismo premarco. Como se observa en la imagen. Aun así, el puente térmico de instalación de ventana se elevó a Psi enerphit = 0.274 W/mk, por lo que debe tenerse en cuentan en el PHPP, para el cálculo total como aquí se detalla:

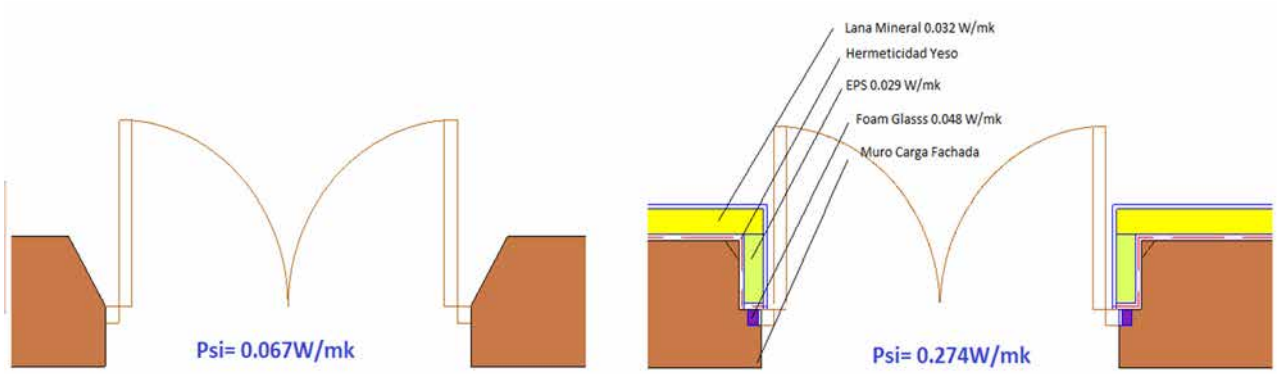


Figura 6. Puente térmico del estado inicial de proyecto y propuesta Enerphit.

En el caso de la propuesta realizada para lograr la certificación Enerphit, obtenemos la reducción de la demanda 4 veces menos respecto al proyecto inicial y la carga de calefacción a la mitad. La frecuencia de sobrecalentamiento en este caso, solamente llega al 1% por lo que no es necesario invertir en climatización, ni necesitaremos energía para lograr el confort deseado en verano. Como se observa en el PHPP resultante:

Valores específicos del edificio con referencia a la superficie de referencia energética

					Criterio	Criterios alternativos	¿Cumplido?[2]
	Superficie de referencia energética	m²	239,0				
Calefacción	Demanda de calefacción	kWh/(m²a)	11,61	≤	20	-	Sí
	Carga de calefacción	W/m²	14,62	≤	-	-	
Refrigeración	Demanda refrigeración & deshum.	kWh/(m²a)	-	≤	-	-	-
	Carga de refrigeración	W/m²	-	≤	-	-	
	Frecuencia de sobrecalentamiento (> 25 °C)	%	1	≤	10		Sí
	Frecuencia excesivamente alta humedad (> 12 g/kg)	%	0	≤	20		Sí
Hermeticidad	Resultado ensayo presión n_{50}	1/h	1,0	≤	1,0		Sí
Energía Primaria no renovable (EP)	Demanda EP	kWh/(m²a)	57	≤	-		-
Energía Primaria Renovable (PER)	Demanda PER	kWh/(m²a)	36	≤	60	60	Sí
	Generación de Energía Renovable (en relación con área de la huella del edificio proyectado)	kWh/(m²a)	0	≥	-	-	

[2] Celda vacía: Falta dato; '-': Sin requerimiento

Confirmo que los valores aquí presentados han sido determinados siguiendo la metodología de PHPP y están basados en los valores característicos del edificio. Los cálculos de PHPP están adjuntos a esta comprobación.

¿EnerPHit Classic? Sí

Función:	Nombre:	Apellido:	Firma:
1-Diseñador	Vanesa	Ezquerra Ramos	

Emisión:	Ciudad:

Figura 7. Resultados de la propuesta EECN EnerPHit, según PHPP.

Por todo lo expuesto es lógico que la demanda total de energía primaria también se reduzca considerablemente a casi la mitad con la rehabilitación Enerphit: 1.252,80 €/año. Mientras que el coste de la actuación se eleva a los 205.682 €.

CONCLUSIONES

La intervención EnerPHit se basa en los principios del Passivhaus: elevado aislamiento térmico, ventanas de alta prestaciones, hermeticidad, minimización de puentes térmicos y ventilación de doble flujo con recuperación de calor.

Por tanto, logra un EECN tras la intervención. Mientras que la intervención de proyecto plantea una tímida intervención energética, como vemos en la siguiente comparativa de estrategias:

Datos Energéticos de cada Estrategia	RESULTADOS PROYECTO	RESULTADOS EHERPHIT
Demanda de Calefacción	41 kWh/m2a	**12 kWh/m2a**
Carga de Calefacción	39 W/m2	**15W/m2**
Frecuencia Sobrecalentamiento	32%	**1%**
Demanda de Refrigeración	33 kWh/m2a	**-**
Carga de Refrigeración	23 W/m2	**-**
Hermeticidad: Renovaciones/hora a 50 Pa	4	**1**
Demanda de Energía Primaria Renovable	105 kWh/m2a	**36 kWh/m2a**

Tabla I. Comparativa datos energéticos de cada propuesta.

Datos Económicos	RESULTADOS PROYECTO	RESULTADOS EHERPHIT
Coste de la Demanda de energía Primaria sin incluir costes de peaje de energía, alquiler de equipo, potencia contratada, ni impuestos.	3.647,91 €/año*	**1250,71€/año***
Potencia mínima necesaria	7.7 kW	**5,5 kW**
Contatos energéticos necesarios	Electricidad + Gas Natural	**Electricidad**
Coste de la Intervención	189.362 €	**205.382 €**

Tabla II. Datos económicos de las propuestas.

Aunque la propuesta EnerPHit incrementa el coste de actuación unos 16.000€, en materia de costes de mantenimiento, se reduce a la mitad la demanda de calefacción. Además, con la intervención EnerPHit, no se requiere ni instalación de refrigeracion, ni un consumo en refrigeración. Disminuyendo de manera muy significativa la demanda anual de energía primaria de 3.647,91 a 1250,71 €/año.

Pero realmente, el ahorro es mayor de los 2397,20 €/año. Porque con la opción EnerPHit, al necesitar menos potencia contratada, reducimos el importe de este gasto fijo, y también eliminamos las cuotas fijas y alquiler de contadores de la instalación de gas natural. Por lo que el ahorro real anual supera los 3000 €/año en este caso.

Así pues, queda demostrado que optar por una rehabilitación EECN ambiciosa, como es la ofrecida por la Certificación EnerPHit, no solamente es rentable económicamente, sino aconsejable porque además de ofrecer una amortización a corto plazo, conseguimos otros beneficios indirectos que ofrece la Certificación Enerphit, como es la revalorización económica del inmueble, mejoras en el confort, calidad de vida del usuario y protección del medio ambiente.

REFERENCIAS

- Plataforma de la Edificación Passivhaus. https:/plataforma-pep.org
- Criterios para los estándares de Casa Pasiva, Enerphit, y PHI edificios de baja demanda energética. Passivhaus Institute. http:/passiv.de

LA NECESIDAD DE UN ENFOQUE HOLÍSTICO EN LA REHABILITACIÓN DEL PARQUE RESIDENCIAL EN EL ÁREA MEDITERRÁNEA CON CRITERIOS EECN: EL PROYECTO HAPPEN

Cristina Jareño Escudero, Técnico del departamento internacional I+D+i, Instituto Valenciano de la Edificación
Carlos Espigares Correa, Técnico del departamento internacional I+D+i, Instituto Valenciano de la Edificación
Begoña Serrano Lanzarote, Directora, Instituto Valenciano Edificación, Profesora, Universitat Politécnica de València
Miriam Navarro Escudero, Coordinadora del departamento internacional I+D+i, Instituto Valenciano Edificación
José Manuel Salmerón Lissén, Profesor titular, Cpto. Ingeniería Energética, Universidad de Sevilla
Ángel Ruiz Cruceira, Técnico Especialista de Investigación, Universidad de Sevilla
María Flores Fillol, Responsable Dpto. Otros Activos, Entidad Valenciana de Vivienda y Suelo
César Mifsut García, Técnico, Entidad Valenciana de Vivienda y Suelo

Resumen: HAPPEN aborda la cuestión de la reducción del consumo de energía del parque de edificios en la UE mediante la introducción de un nuevo enfoque holístico (llamado MedZEB: Mediterranean Zero Energy Building), destinado a disminuir el consumo de energía en el mercado más allá de la retroadaptación de edificios existentes, y especialmente enfocados en las áreas mediterráneas. Como cuestión de hecho, el espacio "Med" se caracteriza por muchas peculiaridades con respecto a otros países de la UE, como el acoplamiento de los desafíos de calefacción y refrigeración, la prevalencia de la propiedad privada, la relación de ingresos desequilibrada entre los grupos sociales mayores y menores, o la prevalencia de edificios antiguos y modernos.

Palabras clave: HAPPEN, MedZEB, Living Lab, Holístico, Rehabilitación, MedZEB, Mediterránea, EECN, Certificación, Plataforma

INTRODUCCIÓN

El mercado de la rehabilitación integral de edificios residenciales en el área Mediterránea necesita una estimulación. Se hace necesaria puesto que la cadena de suministro está fragmentada, también se hace necesaria por la falta de transparencia y fiabilidad percibida en las intervenciones, por la falta de mecanismos de apoyo financiero, de la integración entre los aspectos relevantes de la rehabilitación, por el bajo retorno de las inversiones o la falta de un enfoque de rehabilitación claramente a medida para las áreas mediterráneas. El mercado de la rehabilitación atraviesa dificultades en toda Europa (BPIE, 2010, 2013), pero en el área mediterránea tiene características especiales debido a factores ambientales y climáticos, a la estructura de la propiedad y al stock construido, a las condiciones económicas y sociales peculiares, y a las consecuencias de la crisis económica, que afectó a los países de la Unión Europea de esta área con mayor impacto que en los demás (ODYSSEE-MURE project, 2015).

Si se analiza la evolución del número de edificios objeto de rehabilitación en España, según la información de las licencias municipales de obra, se observa que ha pasado de 35.856 edificios a rehabilitar en 2006 a situarse en 25.825 edificios objeto de rehabilitación en 2015. Ello pone de manifiesto que, la caída general experimentada en la actividad de la construcción de los últimos años ha incidido en menor medida en la rehabilitación (Ministerio de Fomento, Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, 2016), pero aún así se necesita un empuje.

Es por ello por lo que el proyecto HAPPEN actuará sobre los siguientes temas complementarios: participación de grupos objetivo como propietarios, habitantes, profesionales de la construcción; información tecnológica para el desarrollo de paquetes optimizados de ventanilla única de soluciones para la rehabilitación profunda; soluciones financieras para respaldar la impulsión en el mercado de la rehabilitación profunda; y la propuesta de cambios adecuados en los marcos regulatorios.

EL PROYECTO

Este proyecto actuará desde el lado de la demanda del usuario, garantizando un marco global e integrado de condiciones que mejoren el atractivo general, la conveniencia y la fiabilidad del mercado de la rehabilitación profunda (EECN), proponiéndose un enfoque holístico concebido para el mercado de la rehabilitación en el sur de Europa, específicamente diseñado para el espacio Med y denominado **MedZEB**. Para lograr su objetivo, HAPPEN desarrollará:

1. una plataforma TIC integrada, destinada a establecer una correspondencia entre oferta y demanda;
2. la construcción de un sistema de garantías destinado a generar confianza entre los diferentes agentes de la cadena de suministro y de valor en la rehabilitación;
3. el desarrollo de tres pilotos principales, además de otros más pequeños, que sirvan para probar los resultados de las actuaciones de rehabilitación.

Aunque en los pilotos el stock residencial (privado/público) será el objetivo principal, HAPPEN también explorará otras tipologías con el objetivo de poder replicar los resultados del proyecto a mayor escala en toda la zona mediterránea.

Metodología

HAPPEN se concentra en el parque de edificios residencial (privado y público) con el objetivo de definir una estrategia general de rehabilitación basada en la metodología del coste óptimo, pero que sea capaz de definir hojas de ruta personalizadas a edificios que puedan llevar a cabo la rehabilitación en un solo paso o en diferentes fases. En este sentido, se propondrá un nuevo esquema de certificación voluntario MedZEB, destinado a ser complementario y no a sustituir el nacional existente. Éste también presentará características de calidad (como el Perfil de Calidad desarrollado por el Instituto Valenciano de la Edificación) que representen un valor añadido a la inversión de rehabilitación. También se definirá un Protocolo MedZEB específico (MZP), como base compartida para establecer y habilitar cadenas locales de suministro y valor, a fin de garantizar la calidad general del proceso y el rendimiento del diseño.

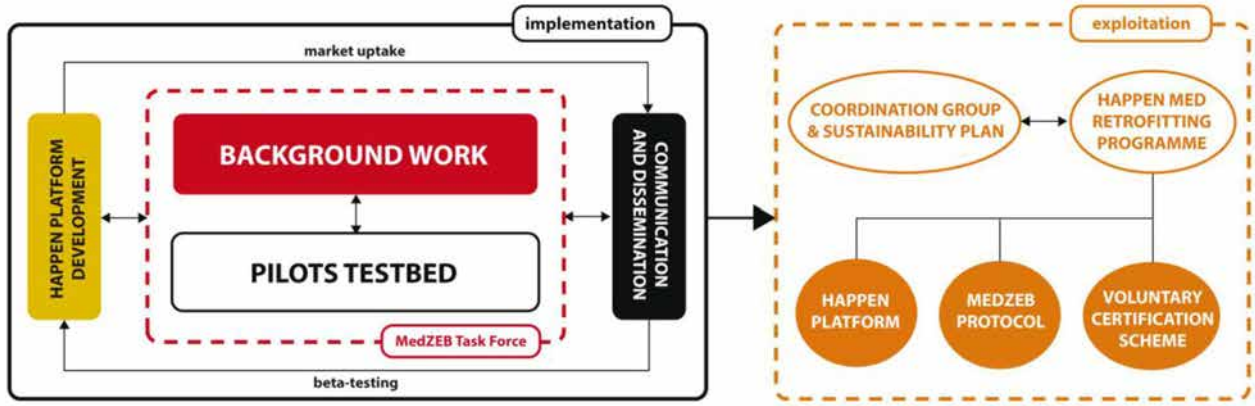


Figura 8. Organigrama del proyecto HAPPEN.

El proyecto se organiza de la siguiente manera (ver esquema Figura 1):

1. Trabajo de fondo para definir las soluciones óptimas para el stock residencial de edificios en la zona Med, relacionadas con aspectos técnicos, financieros, regulatorios, de participación y capacitación, aprovechando ampliamente el conocimiento disponible.
2. Banco de pruebas piloto para las soluciones MedZEB abarcará la activación de Living Labs (LLs), con el objetivo de desfragmentar y valorar la cadena de suministro a nivel local, la implementación de proyectos de rehabilitación, que actuarán como demostradores prácticos del enfoque MedZEB, y apoyará la incubación de asociaciones más amplias y las oportunidades de explotación creadas durante los LLs.
3. Desarrollo de la plataforma HAPPEN, concebida como un catalizador del mercado para el espacio Med, y en la que se cargarán todos los resultados principales del proyecto (soluciones, lecciones aprendidas, protocolos y documentos, etc.).
4. Comunicación y difusión de los resultados del proyecto que se ejecutarán a lo largo del proyecto, con el objetivo de crear conciencia sobre la necesidad de un enfoque MedZEB, y de difundir ampliamente las soluciones y resultados de HAPPEN en todo el espacio mediterráneo para fomentar la activación de otros estudios de casos de MedZEB.
5. Explotación de los resultados del proyecto (después de la finalización del proyecto), en base a las siguientes medidas: primero, un plan de sostenibilidad, que permite que las actividades continúen después de la finalización del proyecto; Las incubadoras HAPPEN, que permiten la ampliación del enfoque MedZEB en un programa de

adaptación a escala mediterránea; establecimiento de un grupo de coordinación, a cargo de la gestión del programa HAPPEN; La plataforma HAPPEN y el protocolo MedZEB y el Esquema de Certificación Voluntaria serán los instrumentos operativos para el desbloqueo más amplio del mercado.

Edificios piloto

Los diferentes casos piloto se han seleccionado para que representen diferentes zonas climáticas, tipo y tamaño de edificio. Hay dos tipos de acciones piloto, los pioneros (*Frontrunner pilots*) y los temáticos (*Thematic/ Perspective Pilots*). En los primeros, los trabajos de rehabilitación se llevarán a cabo durante la vida del proyecto y también se intervendrá en el área urbana. En ambos tipos se tiene como objetivo conseguir un 60% de ahorro en los edificios y se elaborarán hojas de ruta para conseguir ahorros más allá del 60%, es decir, para conseguir EECN.

El protocolo MedZEB se aplicará en los diferentes casos piloto para poder evaluarla y analizarla. El análisis de los diferentes resultados se incorporará en la plataforma HAPPEN.



Figura 2. Ubicación de los edificios piloto.

Plataforma HAPPEN

La plataforma está concebida para ser:

- Un mercado digital asistido para la rehabilitación de edificios (EECN)
- Proveedora de material de capacitación y herramientas de aprendizaje en línea.
- Base de conocimiento

El objetivo principal de la plataforma es crear un entorno virtual donde la demanda y la oferta dentro del mercado de la rehabilitación en el Mediterráneo se encuentren. La plataforma tendrá diferentes funcionalidades y se podrá acceder a la misma de forma anónima o creando un perfil en la misma para tener acceso a más contenidos.

Soluciones óptimas

Se definirán las condiciones de los climas de referencia en cada país atendiendo a los índices de severidad climática, las tipologías de los edificios de referencia a través de un análisis del parque de edificios existentes en cada país, y lo

más importante, un set holístico e integrado de paquetes de soluciones de coste óptimo, con especial cuidado en soluciones pasivas, sistemas técnicos combinados con sistemas de gestión de edificios teniendo en cuenta el enfoque paso a paso MedZEB.

En las áreas mediterráneas es necesario producir una matriz de soluciones pasivas seleccionadas, al individualizar las soluciones de coste óptimo en relación con las aportaciones de calefacción generadas, como base para una matriz arquitectónica para definir un conjunto estándar de soluciones que se aplicarán a las tipologías construidas de referencia. Los paquetes de soluciones se evaluarán desde el punto de vista del coste óptimo, pero también con un enfoque holístico para fomentar la rehabilitación económica y amigable con el usuario y el medio ambiente.

Finanzas y Regulaciones

Primero se realizará un análisis en profundidad de las diferentes políticas nacionales que apoyen y promuevan la eficiencia energética en edificios y de los sistemas de incentivos relacionados en los diferentes países mediterráneos, incluyendo el marco regulatorio europeo. Después se testearán los modelos de negocio innovadores ya desarrollados en el marco del proyecto "Riqualifichiamo in comune". Y, por último, se definirá un protocolo HAPPEN y una certificación voluntaria MedZEB que capitalice el concepto del pasaporte del edificio del *Buildings Performance Institute Europe* y lo evolucione de manera que se vincule desde los contratos de eficiencia energética existentes hasta la definición de planes de trabajo de rehabilitación individuales hacia EECN, incluida la oportunidad de intervenciones por etapas.

Living Labs

La cooperación internacional es un componente intrínseco de los procesos de innovación y desarrollo (Ortega et al., 2017). En las diferentes actividades piloto se llevará a cabo la metodología de los Living Labs. Los Living Labs son “espacios físicos o realidades virtuales en las que las partes interesadas forman asociaciones público-privadas entre entidades de formación formal y usuarios, colaborando juntos para la creación, diseño de prototipos, validación y prueba de nuevas tecnologías, servicios, productos y sistemas en contextos reales (Leminen et al., 2012). En el caso de HAPPEN se utilizarán los Living Labs como principal herramienta para reconectar la cadena de valor de rehabilitación fragmentada, de acuerdo con el concepto y los resultados del proyecto. Por esta razón, los Living Labs de HAPPEN:

- Se activarán en todos los sitios piloto
- Tendrán un enfoque de forma que se involucre a todos los grupos objetivo
- Estarán apoyados por la plataforma como herramienta de comunicación y para compartir resultados, experiencias y documentos.
- Trabajarán de forma transversal la armonización de las categorías y el idioma en el mercado de la rehabilitación; los ecosistemas urbanos y la rehabilitación; la financiación y regulación; los aspectos técnicos y de comportamiento de los usuarios; el contenido de la plataforma del proyecto y su usabilidad.

RESULTADOS

Por el momento se han puesto en marcha los Living Labs en cada piloto. Para ello primero se ha llevado a cabo varias sesiones de “Train the Trainers” para homogeneizar y dar un enfoque común tanto de los contenidos como de los medios para llevar a cabo en cada sesión en los diferentes países. En Castellón por ejemplo se han aprovechado las estructuras existentes de asociaciones y comunidades de vecinos trabajando conjuntamente en el barrio de San Lorenzo, lo que ha conllevado un mayor éxito de participación.

También se ha llevado a cabo el informe de la zonificación y los climas representativos en el que se han identificado y representado los climas del área mediterránea para después pasar a clasificar las áreas piloto MedZEB en categorías más detalladas.

REFERENCIAS

[1] Ministerio de Fomento, Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, 2016, Observatorio de Vivienda y Suelo. Boletín Especial sobre Rehabilitación, Ministerio de Fomento, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones, Madrid.

[2] BPIE, 2010, Financing Energy Efficiency (EE) in Buildings – Background paper: input to the European Roundtable, Bruselas.

[3] BPIE, 2013, A Guide to developing strategies for Building energy renovation. Delivering Article 4 of the energy efficiency directive.
[4] OSYSSEE-MURE project, 2015, Energy Efficiency Trends and Policies in the Household and Tertiary Sectors An Analysis Based on the ODYSSEE and MURE Databases.
[5] L. Ortega Madrigal, C. Jareño Escudero, L. Soto Francés, V. Valero Escribano, 2017, Procesos innovadores de cooperación: análisis y potencial de las redes de Living Labs. Informes de la Construcción, Vol. 69, 548, nt006.
[6] Leminen, Seppo & Mika, Westerlund & Nyström, Anna-Greta. (2012). Living Labs as Open-Innovation Networks. Technology Innovation Management Review. 2. 6-11. 10.22215/timreview/602.

REHABILITACIÓN DE ENERGÍA CASI NULA DE VIVIENDA INDIVIDUAL EN EDIFICIO COLECTIVO MEDIANTE SOLUCIONES ESTANDARIZABLES - RESULTADOS Y VALORACIONES

Andrés Touceda Gómez, Arquitecto
María Isabel Touceda Gómez, Arquitecta

Resumen: Este caso consiste en la rehabilitación de una vivienda en un edificio plurifamiliar con fachada histórica en Vigo. Se ha actuado con criterios de muy baja demanda de energía, trabajando toda la envolvente por el interior y de modo aislado respecto al resto de la comunidad de propietarios, lo que supone superar una de las principales barreras para la rehabilitación. Se aportan ensayos y monitorización del comportamiento de la vivienda rehabilitada para analizar un grado de confort logrado superior, con un consumo mínimo, y utilizando estrategias altamente replicables.

Palabras clave: Rehabilitación, Estanqueidad, Blower door, Enerphit, Acústica

INTRODUCCIÓN

La mayor parte del parque inmobiliario de viviendas en España, formado mayoritariamente por edificios en régimen de propiedad horizontal en centros urbanos, necesita ser rehabilitado para actualizar sus condiciones de confort y de eficiencia energética. La falta de acuerdo entre los propietarios, la necesidad de mantener el aspecto exterior del edificio o la necesidad individual de acometer una reforma integral, dificultan la rehabilitación energética de estos edificios de manera conjunta con objetivos de consumo energético mínimo. Este caso de estudio es representativo de esta problemática y pretende ofrecer una posible solución.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Este caso de estudio consiste en la rehabilitación de una vivienda de 116 m^2 en un edificio plurifamiliar del año 1948 con fachada histórica en Vigo (zona climática C1). La vivienda es para uso propio, con lo cual se aúnan los roles de promotor, arquitecto y usuario. Además de los aspectos de diseño, se quieren alcanzar unas condiciones de confort interior elevadas, un consumo mínimo de energía y una inversión ajustada. Sin embargo, no se cuenta con actuaciones en la envolvente por parte de la Comunidad de propietarios. La rehabilitación de la vivienda (desocupada en el momento de la adquisición), requiere un tratamiento global.

Para conseguir una vivienda de consumo de energía mínimo, trabajando de manera aislada respecto al resto de la comunidad de propietarios, se diseñó un sistema de construcción en seco que permite el aprovechamiento máximo de la superficie útil, el paso de instalaciones sin condicionar la estanqueidad, la eliminación de los puentes térmicos, que evite todo riesgo de condensaciones, y de prestaciones acústicas elevadas, como se describe a continuación.



Figura 1. Imágenes del interior de la vivienda reformada.

Envolvente opaca

Se ha seguido la estrategia de aislar la envolvente entera por el interior; tipo “caja dentro de caja”. Así se consigue la continuidad del aislamiento, tanto a nivel térmico como a nivel acústico. Por otro lado, se ha cuidado especialmente la estanqueidad al paso del aire de la envolvente.

	Muro fachada principal	Muro fachada patios	Medianeras	Suelos	Techos	Ventanas
U (W/m²K)	0,15	0,24	0,18	0,62	0,46	1,13

Tabla I. Transmitancias térmicas de la envolvente.

Trasdosados de fachada y medianera

La fachada, formada por un muro de piedra de 25 cm y la medianera de la vivienda, de ladrillo hueco de 12 cm revocado, se han aislado por el interior con un doble trasdosado:

- El primero es una estructura autoportante completamente desacoplada de la pared existente, aislado con paneles RockDry de ROCKWOOL. Este panel tiene una muesca adecuada para encajarse en los montantes metálicos y romper completamente el puente térmico, permitiendo un aislamiento contínuo en contacto con la pared existente, y facilitando la correcta ejecución de esta solución. Este trasdosado, de espesores de aislante entre 11 y 15 cm, es una envolvente continua que además da soporte a la lámina de estanqueidad y freno de vapor.
- Sobre este primer trasdosado se ejecutó la capa de estanqueidad, con láminas y encintados específicos, y cubriendo esta capa, un segundo trasdosado convencional de 70 mm de espesor aislado con lana de roca; con el acabado final de placa de yeso laminado. Este trasdosado contiene las instalaciones, de forma que puede perforarse sin comprometer la continuidad de aislamiento y estanqueidad.



Figura 2. Proceso de colocación del panel RockDry en el primer trasdosado.

Suelos

Para aislar térmica y acústicamente el suelo, un forjado de hormigón de 20 cm, se optó por un suelo flotante, con panel de lana de roca Rocksol 525 de 4 cm de espesor, bajo una capa de recrecido de mortero autonivelante de 5 cm, que realiza además la función de capa de estanqueidad al aire.

Techos

El techo, en contacto con otras viviendas, se aisló con un panel Alpharock-E 225 de 6 cm de espesor fijado al forjado y un falso techo de placa de yeso laminado. Esta capa no se trató específicamente para optimizar la estanqueidad al aire, dado que esto dificultaba la solución constructiva excesivamente.

Puertas y ventanas

Se han utilizado ventanas de aluminio convencionales, de apertura oscilobatiente, con vidrios triples y doble cámara de aire, con capas bajo emisivas e intercalarios Warm Edge Swisspacer Ultimate. Las ventanas con radiación solar directa se han protegido con venecianas exteriores de lamas orientables de aluminio en sustitución de las persianas convencionales.



Figura 3. Ventanas a calle, con protección solar exterior.

Sistemas de ventilación y climatización, equipos

Se ha utilizado un sistema de ventilación mecánica de doble flujo con recuperación de calor de alta eficiencia. Para el agua caliente sanitaria se ha utilizado una bomba de calor con depósito acumulador de 270 L. Para la calefacción, se instalaron simples radiadores eléctricos, de los que se disponía previamente a la obra. La mayor inversión económica en aislamiento y estanqueidad para conseguir una demanda energética muy baja permite una inversión inicial menor en los sistemas de abastecimiento de energía y de climatización.

Uso de la vivienda

Una vez terminada la obra, a finales de 2017, la vivienda ha sido ocupada por una familia de dos adultos con dos hijos, que trabajan fuera de la vivienda. Durante 2017, año de nacimiento del segundo hijo, y parte de 2018, el uso de la vivienda ha sido más continuado y con unas exigencias de confort más altas de lo habitual, con una temperatura de consigna de 23ºC en invierno.

METODOLOGÍA

Cada una de las mejoras en las distintas prestaciones aportadas por la reforma se analizó con un método específico, detallado a continuación. Los datos recogidos o analizados se comparan con valores de referencia (exigencias del Código Técnico para obra nueva, con el estándar pasivo para rehabilitaciones Enerphit, o con la vivienda media).

Estanqueidad al aire:

Con la obra terminada, se realizó el ensayo Blower Door para obtener el número de renovaciones/h a 50 Pa.

Datos de consumo energético:

Durante la elaboración del proyecto, se realizaron simulaciones del consumo energético mediante el programa PHPP, tanto a nivel de climatización como del resto de usos. Esta herramienta ha sido clave en la toma de decisiones de proyecto.

Tras la realización de la reforma y la ocupación de la vivienda, se han recogido los datos horarios de consumo eléctrico, lo que incluye todos los usos de la vivienda, a partir del contador digital. El periodo de medida ha sido 2018. A partir del consumo real, se ha estimado el reparto de este consumo eléctrico por usos a los que se destina. Para ello, se

asumió que el perfil de uso de electrodomésticos, cocina, iluminación y agua caliente sanitaria de los usuarios es similar a la media. Los consumos medios de una vivienda en bloque en clima atlántico (IDAE, 2011) fueron corregidos teniendo en cuenta que el equipamiento medio en España es clase D y en el caso de estudio todo el equipamiento es clase A o superior. También se ponderaron según los días de ocupación (excluyendo vacaciones y ausencias prolongadas), mientras que la iluminación se ponderó además según las horas de luz natural. Así, el consumo en calefacción resulta de deducir, del total monitorizado, el consumo real de ventilación (registrado en el equipo) y el valor corregido del resto de usos. Se recopilaron los grados-día de la estación meteorológica más cercana (BizEE Software Limited, 2018), para evaluar que el consumo estimado de calefacción concordara con la temperatura exterior.

Niveles de aislamiento acústico:

Con la obra terminada se efectuaron ensayos de aislamiento a ruido aéreo y a ruido de impacto de distintas estancias de la vivienda reformada, además de las viviendas vecinas sin reformar, con el objetivo de contabilizar el grado de mejora de los cerramientos en este aspecto.

RESULTADOS Y DATOS OBTENIDOS

Estanqueidad al aire

En el ensayo Blower door se obtuvo un resultado de 0,82 renovaciones/hora a n50, resultado menor a la exigencia del estándar pasivo EnerPHit (1 renovación/hora).

Demanda y consumo energético

Durante 2018, el consumo total monitorizado de la vivienda (calefacción, ventilación, iluminación, ACS, cocina y electrodomésticos) es de 87,62 kWh/m^{2}año. Esto supone un consumo de aproximadamente la mitad que la vivienda media en clima atlántico, y un 73% del consumo máximo exigido por el estándar pasivo de rehabilitación.

		Vivienda media en bloque, clima atlántico	**CTE (para obra nueva y misma superficie)**	**Estándar Passivhaus / EnerPHit**	**Vivienda estudio, 2018 (T 23ºC)**
Sólo calefacción	**Demanda kWh/m^{2}a**	N/A	28,59	15	12,28
Todos los usos	**Consumo Energía Final kWh/m^{2}a**	88,88	N/A	N/A	37,00
	Consumo Energía Primaria kWh/m^{2}a	164,41	N/A	120	87,62

Tabla II. Comparativa de demandas y consumos energéticos.

Mediante la estimación descrita en el apartado Metodología, se establece la demanda de calefacción en 12,28kWh/m^{2}año (29,07 kWh/m^{2}año de energía primaria utilizando los factores de paso vigentes (IDAE, 2016). Esta demanda supone un 42,9 %, es decir, menos de la mitad de la demanda límite exigida por el Código Técnico para esta zona climática y misma superficie climatizada para obra nueva, y un 20 % menor que la demanda máxima exigida por el estándar pasivo de rehabilitación.

El consumo en calefacción resultante, a pesar de ser reducido, resulta superior al calculado teóricamente (un 48%) debido a las circunstancias particulares de 2018 (uso continuado y temperatura de consigna elevada, superior en 3º a la de cálculo).

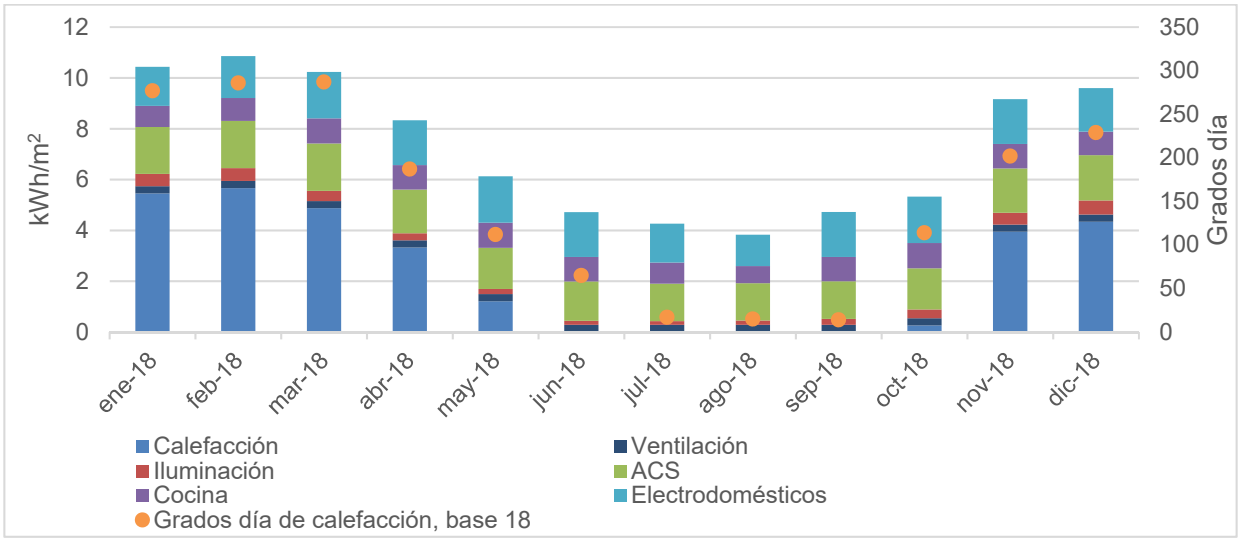


Figura 4. Consumo de Energía Primaria (kWh /m²mes) estimando distribución por usos.

Confort acústico

Los ensayos realizados, además de la experiencia de los inquilinos, acreditan unos niveles de aislamiento acústico superiores a lo que la normativa exige a las viviendas nuevas. El aislamiento acústico de techos y suelos permitió una mayor flexibilidad en la redistribución de toda la vivienda asegurando las condiciones de confort. Un ejemplo es el confort acústico constatado en el dormitorio principal a pesar de tener cocinas en los pisos superior e inferior.

		Exigencia CTE	Vecino, sin rehabilitar	Rehabilitación realizada	Mejora
Aislamiento a ruido aéreo (DnT,A)	**en fachada**	≥ 30 dBA	28 dBA	36 dBA	8 dBA
	en medianera	≥ 50 dBA	36 dBA*	71 dBA	35 dBA*
	en suelo		54 dBA	68 dBA	14 dBA
	en techo			69 dBA	15 dBA
Nivel global de presión de ruido de impactos ($L'_{nT,W}$)	**en suelo**	≤60 – 65 dB	67 dB	49 dB	18 dB
	en techo			45 dB	22 dB

* estimación a partir del Catálogo de Elementos constructivos CTE

Tabla III. Resultados de ensayos acústicos en la vivienda y comparativa con DB HR.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A pesar del consumo más elevado respecto al estimado en los cálculos teóricos, la vivienda tras la reforma cumple con los criterios de consumo de energía casi nula y consume la mitad de energía primaria que la media, con unas condiciones de confort térmico y acústico muy superiores a la media, con su correspondiente impacto positivo en la salud (OMS, 2019). La estrategia inicial de reducción de demanda, gracias a un alto nivel de aislamiento y estanqueidad de la envolvente, funciona como estaba previsto. Así, el uso de energía eléctrica resulta ventajoso económicamente en la inversión inicial del sistema de climatización, que consiste en equipos sencillos, lo que compensa en parte la mayor inversión en aislamiento y estanqueidad.

Por otro lado, en línea con la normativa de eficiencia energética (DIRECTIVA (UE) 2018/844) se tiene en cuenta también que en la actuación se mantienen o mejoran las prestaciones de seguridad contra incendios. En esta rehabilitación se han introducido 47 m^3 de material de aislamiento. Por otro lado, se produce el caso, común en rehabilitación, que durante la obra el material queda expuesto durante largo tiempo, mientras el resto del edificio sigue habitado con normalidad. Todo esto hace que la no combustibilidad de los materiales sea especialmente relevante.

La facilidad que supone una reforma interior respecto a la obra y el hecho de que los sistemas constructivos utilizados son relativamente estándar, hacen este tipo de intervención altamente replicable. Sin embargo, una solución como esta requiere de un nivel más alto de conocimiento por parte de los técnicos al cargo del diseño y la ejecución de la obra además de una propiedad motivada y con capacidad para efectuar la inversión inicial: no es superior a la de una actuación convencional, pero requiere de un nivel de reforma integral en lugar de intervenciones menos ambiciosas.

El uso de energía eléctrica en viviendas de muy baja demanda contribuye a facilitar la implantación de fuentes de energía renovables, a nivel nacional, y no emite ningún tipo de contaminante al ambiente de la ciudad, con el consiguiente impacto positivo en la salud pública. Esta rehabilitación, prescindiendo de combustibles para su funcionamiento se minimiza el riesgo en caso de incendio, lo que será clave en una implantación a gran escala.

Actuaciones con buenos resultados como la presente tienen un enorme potencial a gran escala para motivar a otros propietarios a iniciar rehabilitaciones individuales ambiciosas en vivienda colectiva cuando la intervención sobre el edificio entero no es posible.

AGRADECIMIENTOS

- ROCKWOOL, por su colaboración en las soluciones constructivas y en los ensayos acústicos
- Energiehaus (Micheel Wassouf, Martin Amado), por el estudio de la obra confirmando el cumplimiento de los criterios EnerPHit
- Acusticontrol, por la elaboración de los ensayos acústicos
- Pilar Zarza, autora de las fotografías de vivienda terminada

REFERENCIAS

- BizEE Software Limited. (2018). *Degree Days*. Obtenido de www.degreedays.net
- (s.f.). *DIRECTIVA (UE) 2018/844.*
- IDAE. (2011). *Informe Final Proyecto SECH-SPAHOUSEC.*
- IDAE. (2016). *Factores de Emisión De CO2 y Coeficientes e Paso Aa Energía Primaria de Diferentes Fuentes de Energía Final Consumidas en el Sector de Edificios en España.*
- Ministerio de Fomento. (29 de Junio de 2018). *Documento* Básico HE. Ahorro de Energía con comentarios.
- OMS. (2019). *WHO Regional Office Europe. Environment and Health: Noise*. Obtenido de http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise
- OMS. (2019). *WHO Regional Office Europe. Environment and health: thermal comfort and energy* . Obtenido de http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/Housing-and-health/activities/thermal-comfort-and-energy

EL POTENCIAL DE LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA EN VIVIENDAS INDIVIDUALES DE TIPOLOGÍA RESIDENCIAL COLECTIVA - HÉCTOR, QUIMI Y SANTIAGO

Manuel Romera Molina, Licenciado en Arquitectura, Certified Energy Manager, Estudi Adrià Felip Campistol

Resumen: La rehabilitación energética de edificios en general y del parque edificado residencial en particular ha sido objeto en los últimos años de multitud de trabajos en los que se han demostrado sus beneficios potenciales. Sin embargo, se refieren en la práctica totalidad de los casos a intervenciones sobre edificios completos, bien viviendas unifamiliares o bien edificios de tipología residencial en bloque. La comunicación trata de explorar el potencial de ahorro que podrían tener las intervenciones particulares de rehabilitación energética sobre viviendas individuales situadas en edificios de vivienda colectiva y su posible incentivación a través de programas públicos. Se analizan tres casos reales, así como su posible escalado y replicabilidad en inmuebles análogos del parque edificado existente en su ámbito municipal.

Palabras clave: Rehabilitación Energética, Vivienda Colectiva

INTRODUCCIÓN

A raíz de la creciente preocupación sobre la ineficiencia de parque edificado existente, especialmente el residencial, existe abundante literatura sobre experiencias y proyectos en los que se han revelado considerables oportunidades de ahorro de energía y emisiones de CO2 (Escandón, Suàrez, & Sendra, 2016)(Romero Calix, Lladó Morales, & Hereza Atienza, 2017)(Style, Clavero, Fulcarà, & Olano, 2018) (Web CITyFIED - Replicable and Innovative Future Efficient Districts and Cities, s.f.). Según datos del Building Performance Institute Europe, bajo los escenarios de rehabilitación energética más intensiva se podría alcanzar una reducción de emisiones de CO2 por encima del 90%, alineada con los ambiciosos objetivos de descarbonización establecidos en la Hoja de Ruta de la Energía para 2050 de la Comisión Europea (Buildings Performance Institute Europe (BPIE), 2011).

En la misma línea se han situado diferentes iniciativas legislativas, en las que se han ido transponiendo las obligaciones de los estados miembros establecidas en las sucesivas directivas europeas de eficiencia energética en lo relativo a la renovación del parque edificado existente y energéticamente obsoleto. Podemos citar la Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas que, en su punto II del Preámbulo, se refiere a la Directiva 2012/27/UE (Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, 2012). Así mismo, se han habilitado diferentes programas de financiación pública para incentivar las actuaciones de mejora energética en edificios existentes. Se pueden citar los programas PAREER-CRECE y PAREER II, FEDER-POPE y el Programa 5: Fomento de la mejora de la eficiencia energética y sostenibilidad en viviendas del Plan Nacional de Vivienda 2018-2021 a nivel nacional.

A la vista de los resultados, se podría presumir que este tipo de iniciativas han gozado de un éxito notable: los datos de cierre del Programa PAREER-CRECE, dotado con un presupuesto de 200.000.000 € arrojan un saldo de 1487 solicitudes por un coste elegible total de 286.115.716 € en los que se han concedido ayudas directas por un valor total de 83.442.161 € y financiación por valor de 73.663.477 €.

Acccesible en http://pareer-res.idae.es/iday_estadistica_resumen_v_list.asp.

Teniendo en cuenta que para ser subvencionable por el programa se exigía la mejora de al menos una letra en la calificación energética, estas actuaciones presentan un balance presumiblemente muy positivo. Se debe destacar sin embargo que los proyectos y programas de rehabilitación energética siempre han estado referidos a intervenciones sobre edificios enteros. Así lo establecían, por ejemplo, las bases del Programa PAREER II, concretamente en su base quinta, punto 4. La lógica de este criterio no parece en principio muy discutible, ya que la mejora de la eficiencia energética que se puede obtener cuando se actúa sobre todo un edificio es considerablemente mayor a la que permitiría una intervención parcial o puntual, que además se ven beneficiadas en su viabilidad financiera por las economías de escala. Sin embargo, las actuaciones integrales también presentan algunos inconvenientes como la conocida problemática de la toma conjunta de decisiones en las comunidades de vecinos (a pesar de los cambios introducidos en la Disposición Final Primera de la Ley 8/2013). Cabría preguntarse entonces hasta qué punto podrían tener sentido las actuaciones de mejora de la eficiencia energética en viviendas individuales dentro de los edificios de vivienda colectiva, como posible forma de salvar de forma parcial esta barrera y no condicionar toda iniciativa de rehabilitación energética a resolver las problemáticas propias de la intervención en edificios completos.

En el Programa 5 del Plan Nacional de Vivienda 2018-2021 se contempla, por primera vez, la posibilidad de otorgar ayudas a actuaciones en viviendas individuales dentro de edificios plurifamiliares (Web Plan Estatal de Vivienda 2018-2021, Programas de Ayudas a la Vivienda, s.f.). Sin embargo, los programas que han establecido las diferentes comunidades autónomas al amparo de este Plan Nacional han condicionado este tipo de ayudas a que se realicen integradas dentro de actuaciones globales en los edificios. Así pues, la situación general es que no existen incentivos para las iniciativas de mejora de la eficiencia energética en viviendas individuales. A continuación, se exploran, a través de tres casos reales, las posibilidades que pueden presentar este tipo de actuaciones en cuanto a ahorros energéticos y de emisiones de CO2 y si, consideradas en conjunto, se podría valorar la posibilidad de hacerlas objeto de algún tipo de ayuda pública.

CASOS DE ESTUDIO

Los tres casos presentados a continuación corresponden a tres situaciones reales de propietarios de viviendas en edificios de tipología residencial colectiva que, bajo diferentes casuísticas, se han planteado o han decidido acometer actuaciones puntuales de mejora de la eficiencia energética en sus viviendas.

Caso 1: Héctor - Bomba de calor aerotérmica

Descripción del caso

Héctor ha adquirido una vivienda en el distrito de Sants en la ciudad de Barcelona. El inmueble está incluido en un edificio plurifamiliar construido en 1940 según datos del Catastro, cuenta con una superficie de unos 90 m² útiles y necesita de una reforma integral. Se recibe por su parte consulta respecto de la idoneidad de la vivienda de acuerdo con sus necesidades y sobre las ofertas técnicas y económicas que ha recibido para acometer las obras necesarias. Las obras incluyen la reforma íntegra del sistema de calefacción y agua caliente sanitaria y la instalación de climatización.

Propuesta de mejora de la eficiencia energética

Entre otros comentarios y recomendaciones relativos a las obras de reforma, materiales y productos, se plantea sustituir los sistemas convencionales de caldera mural de gas natural y climatización mediante aparato "Split" distribuida por conductos por una solución de bomba de calor aerotérmica que proporcione los tres servicios (calefacción, climatización y ACS). Pese a la importante penetración de estos sistemas en los últimos años, aún son bastante desconocidos entre una parte importante de los usuarios domésticos, lo que hace que ni siquiera se planteen como alternativa en obras de reforma integral o nuevas instalaciones térmicas. Las ventajas e inconvenientes que se plantean al usuario en cuanto al uso de este sistema se resumen en el siguiente cuadro:

Ventajas	- Mayor eficiencia energética. Ahorros económicos y ventajas medioambientales - Instalación única para proporcionar los tres servicios - No dependencia futura de precios y disponibilidad de hidrocarburos - Posibilidad de autoproducir en un futuro la energía eléctrica necesaria para el sistema
Inconvenientes	- Mayor inversión inicial - Necesidad de programar adecuadamente los equipos para asegurar la disponibilidad en continuo de los tres servicios

Tabla I. Ventajas e inconvenientes del sistema con aerotermia respecto de un sistema convencional.

Método de cálculo

Para proporcionar una estimación inicial sobre la idoneidad del sistema propuesto, se recurre a la Calculadora para Aerotermia y Sistemas Híbridos que proporciona el fabricante Saunier Duval (https://www.saunierduval.es/para-el-profesional/servicios/calculadora-para-aerotermia-y-sistemas-hibridos/#iframe_calculador). Esta sencilla aplicación en línea permite, mediante la introducción de unos pocos datos de entrada, estimar el consumo y el coste energético de calefacción del sistema de aerotermia y compararlo con otros sistemas convencionales.

Resultados

La herramienta de cálculo arroja los resultados que se resumen en los cuadros siguientes:

Equipo seleccionado	Potencia de diseño (kW)	Demanda de calefacción (kWh)	Consumo estimado de calefacción (kWh)	Rendimiento anual estimado equipo
Genia Air 15	4,04	8675,30	2252,68	385%

Tabla VI. Resultados de cálculo. Datos de energía.

Precio de la energía eléctrica considerado (PVPC)	Coste anual estimado caldera de condensación	Coste anual estimado bomba de calor aerotérmica	Ahorro anual estimado (€)	Ahorro anual estimado (%)
0,1466 €	488,30 €	330,30 €	158 €	32%

Tabla VII. Resultados del cálculo. Datos económicos.

De acuerdo con los presupuestos presentados al cliente y el coste aproximado en el mercado de un equipo de aerotermia similar, se puede estimar el período de retorno simple, según se resume en el cuadro siguiente:

Coste estimado caldera condensación + Split	Coste estimado sistema aerotermia	Sobrecoste	Ahorro anual estimado (€)	Periodo de retorno simple
7395 €	9805 €	2410 €	158 €	15,25 años

Tabla VIIIV. Caso 1 - Estimación del período de retorno simple.

Caso 2: Quimi - Aislamiento en cubierta por el exterior

Descripción del caso

Quimi ha adquirido una vivienda en el centro de Sant Joan Despí. Se trata de un ático en un edificio plurifamiliar construido en 1976 de acuerdo con Catastro. La cubierta terminal del edificio es la habitual en esta tipología de azotea ventilada "a la catalana" sobre tabiquillos, sin aislamiento térmico. Pese al relativo buen funcionamiento de este tipo de cubiertas, durante el verano se alcanzan temperaturas considerablemente elevadas en el interior de la vivienda.

Propuesta de mejora de la eficiencia energética

En este caso, la propuesta de mejora parte del propietario, que desea actuar sobre la cubierta de su vivienda aislando por el exterior, exclusivamente por su cuenta, para mitigar el disconfort térmico en verano. La comunidad del edificio no cree conveniente intervenir en la totalidad de la cubierta asumiendo parte del coste por la propia comunidad. Se propone la instalación de placas tipo Inverlosa de Asfaltos Chova con 4 cm de aislamiento de placa XPS, por su rapidez y sencillez de ejecución. Se le propone a su vez al propietario realizar un pequeño estudio de simulación dinámica.

Método de cálculo

Se ha modelizado y simulado la vivienda en el software DesignBuilder v. 4.7 en el periodo invernal, utilizando perfiles de uso conforme al DB HE 1 del Código Técnico de la Edificación y datos de envolvente térmica estimados a partir de la fecha de construcción. La instalación de calefacción se introduce de forma simplificada mediante un equipo de rendimiento estacional constante del 92%, de acuerdo con las condiciones establecidas en el DB HE 0, apartado 4.3.

Resultados

En cuanto a la mejora del confort térmico deseada por el usuario en el periodo estival, se comprueba que la actuación prevista puede reducir alrededor de 1.5 ºC la temperatura interior:

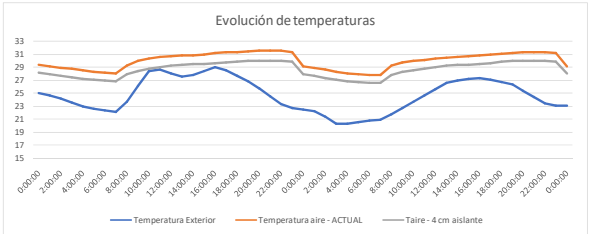


Figura 1. Caso 2 - Evolución de la temperatura interior durante dos días de agosto.

Se calculan complementariamente los ahorros energéticos previstos en régimen de calefacción durante el invierno (aunque no es un requerimiento inicial del propietario):

Consumo kWh	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Total
Estado actual	126,48	1045,42	1761,32	2079,06	1422,5	947,89	7382,67
Mejora	91,48	855,97	1431,6	1723,45	1194,34	835,04	6131,88
Ahorro anual							1250,79

Tabla V. Caso 2 - Ahorros energéticos calefacción.

El presupuesto de la actuación es de alrededor de 7000 euros. Así, el periodo de retorno simple de la inversión se puede estimar en:

Coste de la energía considerado (GN)	Ahorro anual estimado (kWh)	Ahorro anual estimado (€)	Inversión inicial (€)	Periodo de retorno simple
0.05 €/kWh	1250	62.5	7000 €	112 años

Tabla VI. Caso 2 - Estimación del periodo de retorno simple.

Caso 3: Calle Santiago

Descripción del caso

Se trata de una vivienda situada en un edificio de la ciudad de Girona, construido en 2007 según datos del Catastro, que en 2018 fue adquirida por su actual propietario. Pese a disponer ya de un cierto grado de aislamiento por su fecha de construcción, hay un paño de medianera descubierta que provoca una mayor demanda energética en invierno y problemas de disconfort local en las estancias situadas en la cara interior de este cerramiento. Así mismo, la vivienda está situada en la última planta del edificio y una parte de las habitaciones delimitan en el forjado superior con un espacio no habitable bajo cubierta sin aislamiento.

Propuesta de mejora de la eficiencia energética

Al igual que en el caso anterior, la iniciativa parte de los propietarios del inmueble, que proponen por un lado trasdosar interiormente la medianera descubierta con placa aislante de corcho de 3 cm y por otro aislar el forjado semiexterior sobre los dormitorios con el mismo sistema. Se realiza un pequeño estudio térmico para valorar la conveniencia de la actuación.

Método de cálculo

Se utiliza el mismo método de cálculo del Caso 2, simulando la vivienda en el software DesignBuilder v. 4.7 con condiciones operacionales y sistemas basados en el DB HE y composición de construcciones estimada a partir de los pocos datos conocidos y las tipologías constructivas propias de la fecha de construcción.

Resultados

Los consumos energéticos para el régimen de calefacción comparados entre la situación inicial y la situación después de la mejora se resumen en el cuadro siguiente:

Consumo kWh	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Total
Estado actual	528,14	1726,39	2834,27	3152,72	2418,18	1918,22	12577,92
Mejora	505,1	1658,75	2741,9	3054,66	2340,22	1849,74	12150,37
Ahorro anual							427,55

Tabla VII. Caso 3 - Ahorros energéticos en calefacción.

El presupuesto de la actuación es de alrededor de 2.600 euros. Así, el periodo de retorno simple de la inversión se puede estimar en:

Coste de la energía considerado (GN)	Ahorro anual estimado (kWh)	Ahorro anual estimado (€)	Inversión inicial (€)	Periodo de retorno simple
0.05 €/kWh	427	21.35	2600 €	121 años

Tabla VIII. Caso 3 - Estimación del periodo de retorno simple.

REPLICABILIDAD Y ESCALADO DE LOS TRES CASOS DE ESTUDIO

Según datos estadísticos del Ministerio de Fomento sobre transacciones inmobiliarias (accesibles en https://www.fomento.gob.es/be2/?nivel=2&orden=34000000), durante el 2018 más del 90% de las transacciones inmobiliarias de vivienda libre fueron para inmuebles de segunda mano. Teniendo en cuenta el elevado peso relativo de este mercado y que, en muchas ocasiones, este tipo de operaciones llevan asociadas obras de reforma para adecuar la vivienda a las necesidades de los nuevos propietarios, puede ser interesante el ejercicio teórico de extrapolar los resultados de los casos anteriores, aunque sea de forma grosera, a una población seleccionada de inmuebles de características similares para tener un orden de magnitud de las oportunidades de ahorro de energía y emisiones que puede tener este tipo de pequeñas intervenciones consideradas en conjunto.

Metodología de selección de datos

La fuente de datos es el Registro de Certificados de Eficiencia Energética del Institut Català de l'Energia, accesibles en el portal de Datos Abiertos de la Generalitat de Catalunya (http://governobert.gencat.cat/ca/dades_obertes/). A los datos en bruto se aplican los filtros detallados en la tabla siguiente, que resultan en el número de inmuebles consignado en la última fila:

Campo	Similares Caso 1	Similares Caso 2	Similares Caso 3
Piso	-	3, 4, Ático, (null)	3, 4, 5, 6, (null)
Población	Barcelona	Sant Joan Despí	Girona
Uso	Vivienda individual en bloque de viviendas	Vivienda individual en bloque de viviendas	Vivienda individual en bloque de viviendas
Año de construcción	Entre 1900 y 1978	Entre 1900 y 1978	Entre 2000 y 2006
Motivo de la certificación	Compraventa o alquiler	Compraventa o alquiler	Compraventa o alquiler
Número de viviendas	21463	42	121

Tabla IX. Filtrado de datos del Registro de Certificados de Eficiencia Energética del ICAEN

Si escalamos los resultados de los tres casos de estudio a las poblaciones obtenidas anteriormente, se obtienen los siguientes valores globales. Se han empleado los factores de paso oficiales del Ministerio para la Transición Ecológica:

Caso	Ahorro anual calefacción final (kWh)	Ahorro anual de emisiones de CO2 (kg)	Número de viviendas similares	Ahorro global calefacción final (MWh)	Ahorro global emisiones CO2 (T)
Caso 1	1077,00	271,40	21463,00	23115,65	5825,14
Caso 2	1250,00	315,00	42,00	52,50	13,23
Caso 3	427,00	107,60	121,00	51,67	13,02
Total	**2754,00**	**694,01**	**21626,00**	**23219,82**	**5851,39**

Tabla X. Resultados globales escalados.

Para hacer las cifras más comprensibles, se puede citar por ejemplo que según datos del IDAE, el consumo térmico unitario de energía final por hogar y año en 2017 en España fue de 0,5 tep o 5,83 MWh (accesibles en https://www.idae.es/estudios-informes-y-estadisticas, Intensidades Energéticas). Por tanto, el ahorro anual global calculado equivaldría aproximadamente al consumo térmico anual de 3.985 hogares españoles.

CONCLUSIONES

A partir de los datos expuestos en los apartados anteriores, se podrían extraer las siguientes conclusiones:

- Desde un punto de vista económico financiero, las pequeñas actuaciones individuales de mejora de la eficiencia energética difícilmente pueden resultar atractivas para los usuarios. La imposibilidad de beneficiarse de economías de escala y la modesta magnitud de los ahorros posibles resultan en periodos de retorno muy largos y superiores a la vida útil teórica de inmuebles o productos.
- Pese a la modesta contribución al ahorro energético de este tipo de actuaciones consideradas individualmente, su impacto conjunto sí puede resultar relevante si se extiende a un número suficiente de inmuebles. Esta circunstancia quedaría favorecida por el mayor volumen de negocio del mercado de segunda mano y la coyuntura legislativa favorable en materia de rehabilitación y regeneración urbanas.
- Así pues, podría revestir cierto interés incentivar las actuaciones individuales como medida complementaria a las actuaciones de rehabilitación energética global en edificios de viviendas, teniendo en cuenta que, a diferencia de estas últimas, no necesitan salvar la barrera de la toma colectiva de decisiones y que, como se vio en los tres casos de estudio, no siempre son necesarias motivaciones económicas para emprenderlas.
- En esta línea, cabe plantearse si algún tipo de línea de instrumentos de financiación pública cobraría sentido como factor incentivador, teniendo en cuenta que las operaciones de compraventa de viviendas (y de reforma total o parcial en su caso) tienden a dejar las economías domésticas al límite y con poco o ningún margen para acometer gastos que no sean absolutamente necesarios.
- En el mismo sentido, sería deseable que se proporcionara información útil y accesible al ciudadano para introducir la mejora de la eficiencia energética como un criterio más a considerar a la hora de acometer reformas en una vivienda, destacando los beneficios medioambientales y de confort térmico.

Si bien se asume que las actuaciones globales de rehabilitación energética son las más efectivas en términos de ahorro de energía y emisiones y más rentabilizables económicamente, y que deben ser el objetivo principal de usuarios y administraciones públicas, es posible que las pequeñas iniciativas en viviendas individuales puedan contribuir de forma sensible a la mejora de la eficiencia energética del parque edificado y ayudar a formar una mayor conciencia colectiva sobre la necesidad de consumir menos energía y además vivir de forma más confortable.

REFERENCIAS

- Buildings Performance Institute Europe (BPIE). (2011). EUROPE'S BUILDINGS UNDER THE MICROSCOPE - A country-by-country review of the energy performance of buildings. Brussel: Buildings Performance Institute Europe (BPIE).
- Escandón, R., Suàrez, R., & Sendra, J. J. (2016). Protocol for the energy behaviour assessment of social housing stock: the case of southern Europe. SBE16 Tallinn and Helsinki Conference. Tallinn and Helsinki.
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (25 de Octubre de 2012). Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012 , relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE. Bruselas: Diario Oficial de la Unión Europea.
- Romero Calix, A., Lladó Morales, G., & Hereza Atienza, J. (2017). Estrategias municipales integrales con criterios de Consumo de Energía Casi Nulo – aplicación en Badía del Vallès, Barcelona. IV Congreso Edificios Energía Casi Nula. Madrid.
- Style, O., Clavero, B., Fulcarà, V., & Olano, L. (2018). Modernismo moderno: recuperación de una finca histórica vía el estándar Passivhaus. V Congreso de Edificios de Energía Casi Nula. Madrid.
- Web CITyFIED - Replicable and Innovative Future Efficient Districts and Cities. (s.f.). Recuperado el 23 de Julio de 2019, de http://www.cityfied.eu/
- Web Dades obertes GENCAT. (s.f.). Recuperado el 17 de Julio de 2019, de http://governobert.gencat.cat/ca/dades_obertes/
- Web IDAE Estudios, Informes y Estadísticas. (s.f.). Recuperado el Julio de 24 de 2019, de https://www.idae.es/estudios-informes-y-estadisticas
- Web Plan Estatal de Vivienda 2018 - 2021, Programas de Ayudas a la Vivienda. (s.f.). Recuperado el 25 de Junio de 2019, de https://www.fomento.gob.es/arquitectura-vivienda-y-suelo/programas-de-ayudas-a-la-vivienda

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA EN EL DISTRITO TXABARRI DE SESTAO EN EL MARCO DEL PROYECTO EU-GUGLE

Inés Díaz Regodón, Investigadora, Centro Nacional de Energías Renovables CENER
Francisco Serna Lumbreras, Investigador, Centro Nacional de Energías Renovables CENER
Luis Carlos Delgado, Gerente, SESTAO BERRI 2010
Ana Garbisu, Arquitecto, SESTAO BERRI 2010

Resumen: El proyecto europeo EU-GUGLE (2013-2019), tiene como objetivo evaluar la viabilidad de las prácticas de rehabilitación energética y desarrollar estrategias y modelos que puedan ser aplicados a gran escala en toda Europa. Para ello se han llevado a cabo rehabilitaciones energéticas en diferentes barrios de ciudades europeas, entre ellas, la ciudad española de Sestao (Vizcaya) donde se han renovado unos 20.000 m^2 de viviendas. La renovación basada en materiales sostenibles, la integración de la biomasa y la inclusión de un novedoso sistema de gestión prepago de la energía apoyado en smart meters y una plataforma de datos han sido claves de esta exitosa rehabilitación. Los primeros datos de monitorización en Sestao muestran ahorros del 80%. http://eu-gugle.eu

Palabras clave: Rehabilitación Energética, Renovación de Barrios, Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo

INTRODUCCIÓN: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO EU-GUGLE

La renovación de barrios basada en criterios de ahorro energético juega un papel crucial para alcanzar los objetivos energéticos y medioambientales que se ha marcado España y la Unión Europea. Por ello es necesario explorar las estrategias que faciliten la transformación de los edificios hacia edificios más ahorradores o de consumo de energía casi nulo y el esfuerzo económico que ello supone.

EL proyecto europeo EU-GUGLE "European cities serving as Green Urban Gate towards Leadership in sustainable Energy", de 6 años de duración (2013-2019), coordinado por CENER, ha tenido como objetivo evaluar la viabilidad de las prácticas de rehabilitación energética y desarrollar estrategias y modelos que puedan ser aplicados a gran escala en toda Europa. Para ello se han movilizado unos € 80 millones en inversiones públicas y privadas para llevar a cabo rehabilitaciones energéticas en barrios de las ciudades europeas de Aquisgrán (Alemania), Milán (Italia), Tampere (Finlandia), Viena (Austria) Bratislava (Eslovaquia) y Sestao (España). La superficie total habitable rehabilitada ha sido de 154.028 m^2, consiguiéndose unos ahorros de energía primaria que oscilan entre un 40% y un 80% respecto a la situación inicial, y un incremento de un 25% en su suministro de energías renovables. A este consorcio inicial se han unido las ciudades de Gotemburgo (Suecia), Gaziantep (Turquía) y Plovdiv (Bulgaria), interesadas en replicar las experiencias testeadas en los proyectos piloto. http://eu-gugle.eu.

REHABILITACIÓN DEL BARRIO TXABARRI-EL SOL DE SESTAO

Descripción del distrito

Sestao, a 11 kilómetros de Bilbao y una población de unos 28.000 habitantes (2016), fue uno de los municipios de Vizcaya que se desarrollaron durante el auge industrial del siglo XIX.

El distrito donde se encuentra la zona a rehabilitar está en la zona baja de Sestao y es uno de los más afectados por el proceso de desindustrialización que comenzó en los años 90' y que ha tenido un fuerte impacto en la economía local. Hoy en día la tasa de desempleo en la zona supera el 30%.

Se tratan de edificios residenciales que se construyeron con el objetivo de alojar a los trabajadores de la empresa Altos Hornos, la mayoría de ellos con estructuras de madera, mal conservados y con una antigüedad que oscila entre los 80 y los 100 años. La mayoría de las viviendas son de titularidad pública aunque algunos están en mano de propietarios privados.

Además de estos edificios, se encuentran en la zona edificios más modernos, construidos en la década de los 80', muy deteriorados por la falta de mantenimiento, y que constituyen parte del parque municipal vivienda en régimen de alquiler.

Medidas de eficiencia energética y sostenibilidad implantadas en los edificios

Cinco grupos de edificación residencial constituyen los 19,143 m2 de vivienda, en total 232 viviendas, que se han rehabilitado dentro del contexto del proyecto EU-GUGLE, gran parte de titularidad Gobierno Vasco y el Ayuntamiento a la cabeza

La rehabilitación integral de la llamada Casa del Arco, en la calle Txabarri 25-27-29-31, de 1890, forma parte de ese grupo de viviendas obreras de la época industrial de finales del XIX. Los otros conjuntos edificatorios donde se ha intervenido pertenecen a ese grupo de viviendas de los años 80'.

Una "renovación al uso" se hubiera decantado por la demolición de esos edificios más antiguos del distrito y la construcción de otros nuevos, o en el caso de aquellas edificaciones no tan antiguas, el realizar una renovación menos ambiciosa de la envolvente y la sustitución de la caldera por otra estándar más eficiente. Se hubiera prescindido, por ejemplo, de los sistemas de control y gestión de la energía (BEMs) incluidos en estas intervenciones.

En la rehabilitación de la Casa del Arco se han mantenido las fachadas y estructura exterior de madera debido a su interés arquitectónico y patrimonial y se ha favorecido una intervención con materiales sostenibles. La edificación original no disponía de aislamiento térmico ni de sistema de calefacción. El ACS venía suministrado con termos eléctricos. El edificio ha ganado superficie habitable acondicionando el espacio bajo cubierta (3828,91 m2 al finalizar la rehabilitación).



Figura 1. Edificio rehabilitado de la calle Txabarri, en Sestao. Fuente: SESTAO BERRI 2010 S.A.

La intervención en la Casa del Arco se puede resumir en los siguientes puntos:

- Adición de 8 cm aislamiento térmico por el interior de la fachada principal protegida y 14 cm de SATE en el resto de fachadas.
- Construcción de una nueva cubierta con 12 cm de aislamiento, con apertura de huecos para dotar los espacios de iluminación natural.
- Adición de 4 cm de aislamiento en el primer forjado del edificio.
- Apertura de ventanas en las dos fachadas laterales ciegas y sustitución de las ventanas antiguas por otras más eficientes de doble vidrio.
- Instalación de un sistema de ventilación mecánica de doble flujo, con recuperadores de calor con rendimiento del 80%.

- Restauración de la totalidad de la estructura de madera mediante tableros microlaminados prefabricados manteniendo pilares, vigas y solería existente.
- Uso de paneles estructurales de madera contralaminada autoportante con certificado PEFC para escaleras y caja de ascensor
- Derribo selectivo y manual para minimizar el impacto ambiental y molestias al entorno, así como una correcta gestión de residuos.
- Instalación de recuperación de aguas grises de duchas y lavabos para su tratamiento y posterior reutilización en el llenado de cisternas de los inodoros.
- Aireadores en los grifos para el ahorro de agua.
- Inclusión de sistema de calefacción e instalación de dos calderas de biomasa de alto rendimiento (η= 0.85) alimentadas mediante pellets. Generación centralizada con regulación individual.

En el resto de edificios, las medidas pasivas incluyen la adición de aislamiento en las fachadas (fachada ventilada en uno de los pilotos) y la sustitución de ventanas por otras de alta eficiencia. Los sistemas de calefacción y ACS se han centralizado y conectado a un sistema de calefacción de distrito de biomasa.

Sistema de calefacción de distrito de biomasa

En sistema de calefacción de distrito que se está ejecutando en Sestao en el momento de redacción de la comunicación pretende suministrar calefacción y ACS a las 185 viviendas y sus bajos comerciales rehabilitados en el contexto del proyecto EU-GUGLE. También se prevé la futura conexión del edificio Casa del Arco.

El sistema de generación se compone de dos calderas de pellets, una de 500 kW y otra de 250 kW y una tercera caldera de gas de apoyo de 650 kW.

Aprovechando la urbanización de la plaza aledaña a los edificios se está construyendo bajo la misma una sala de calderas y las chimeneas de evacuación de humos dentro de la caja del ascensor, también previsto para salvar el desnivel del terreno (ver fig. 2)

Desde la central del district heating arrancan las canalizaciones hasta las subcentrales de los edificios rehabilitados.

En estos edificios se está realizando una instalación centralizada de ACS y calefacción para su conexión al district heating a través de una arqueta. Desde esta subcentral se realizarán las conexiones hasta una caja de intercambio en cada vivienda y que sustituirá a las actuales calderas individuales.

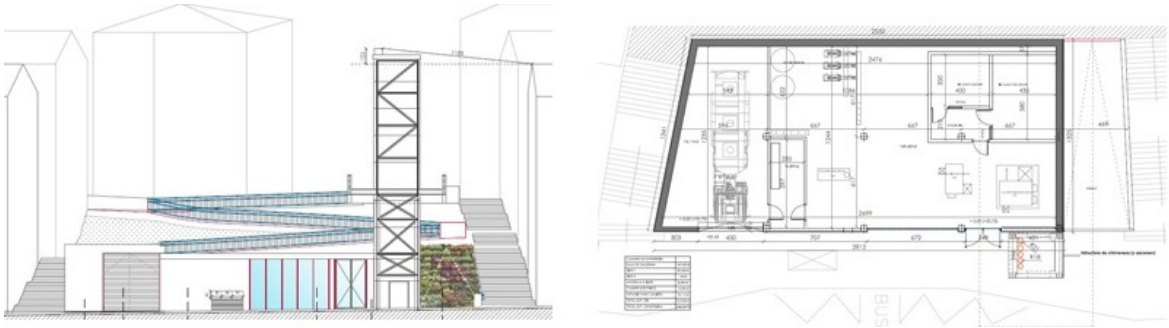


Figura 2. Central de calor de biomasa bajo la plaza. Fuente: SESTAO BERRI 2010 S.A.

Gestión de la energía: Monitorización de los consumos energéticos

Al tratarse de viviendas sociales, el ayuntamiento ha optado por la instalación de un sistema prepago de energía en lo referente a agua fría, agua caliente y calefacción. Este sistema prepago esta soportado por una plataforma de adquisición y gestión de los datos de consumo de los contadores.

El sistema de monitorización en cuestión está compuesto por una serie de contadores de energía en el caso de la calefacción y de contadores volumétricos en el caso de Agua caliente sanitaria y agua fría. Estos contadores transmiten su información a través de un protocolo modbus que es recogido por un concentrador, situado en la sala de calderas. Este concentrador a su vez envía los datos a la plataforma de monitorización y gestión a través de una línea Ethernet.

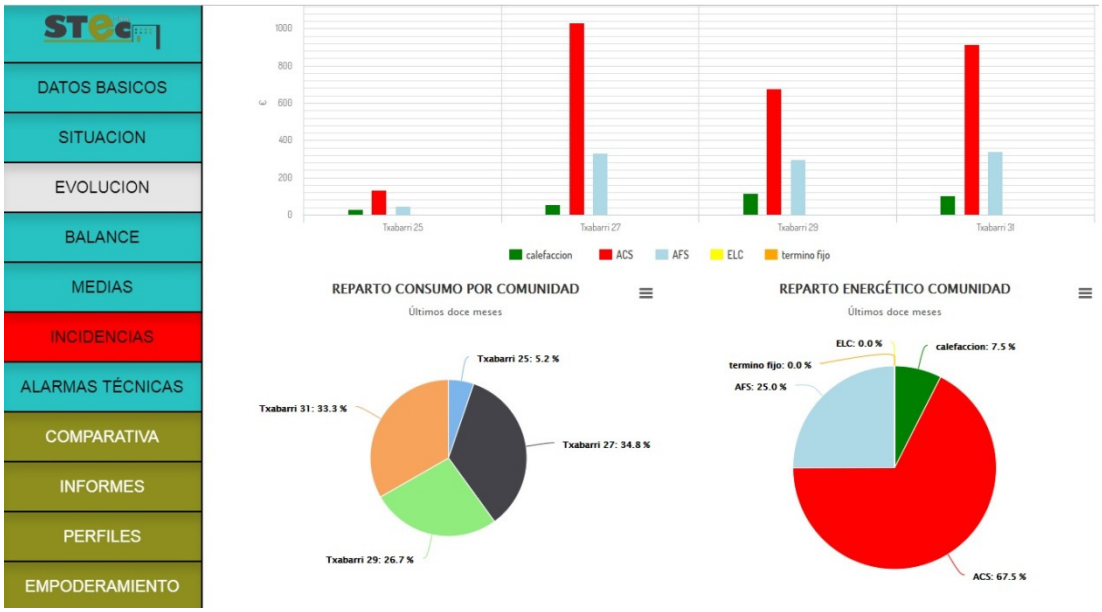


Figura 3. Imagen de la plataforma de adquisición, visualización y gestión de datos.

Esta plataforma (ver fig.3), entre otras capacidades, permite no solo visualizar, recoger los datos y transformarlos en las correspondientes facturas de energía de cada uno de los usuarios, sino que permite reportar incidencias y alarmas a la empresa mantenedora de la instalación térmica.

Un esquema de prepago de energía, conectado al sistema de monitorización y a la plataforma, ayuda a los inquilinos a administrar y reducir su consumo energético. Una de las funcionalidades de la plataforma estriba en la capacidad de acceso individualizado (mediante usuario y contraseña) de cada vecino, permitiéndole no solo evaluar sus consumos, sino vislumbrar el saldo disponible (de dinero) para el consumo de energía y la capacidad de recarga de su cuenta a través de pago con tarjeta. Además, se pueden realizar comparativas entre los consumos de cada inquilino o comparar con el consumo medio de sus vecinos con el objetivo de incentivar el ahorro y la eficiencia energética.

El mantenimiento de la plataforma se externaliza junto con la gestión de los gastos energéticos (balance mensual entre las aportaciones y los gastos) y posterior elaboración de las facturas energéticas, que serán enviadas a los vecinos.

Análisis energético: Ahorros conseguidos

Dentro del contexto del proyecto EU-GUGLE, CENER ha analizado y comparado los ahorros energéticos previstos y los ahorros reales conseguidos con la rehabilitación e implantación de las medidas de mejora de todos los proyectos piloto de todos los distritos rehabilitados.

Para ello se han realizado simulaciones energéticas dinámicas del estado original y del esperado después de la rehabilitación en términos de demanda energética, energía final y energía primaria non-renovable asociados a los consumos de calefacción, refrigeración, ACS e iluminación. Así mismo también se han estimado las emisiones de CO_2 derivadas de los mismos. Las evaluaciones energéticas se llevaron a cabo con la herramienta Design Builder, teniendo en cuenta las características constructivas de los edificios, condiciones climáticas horarias y perfiles de uso y condiciones operacionales estándar.

Para el análisis de los ahorros reales se han tenido en cuenta los consumos registrados de calefacción, ACS e iluminación (extraído de los consumos eléctricos o estimados como en el caso de Sestao) durante el primer año de monitorización de las instalaciones y la producción de energía renovable.

En el caso de Sestao, se han registrado y analizado los consumos recogidos en el primer año de funcionamiento tras las obras de rehabilitación del primer edificio finalizado, el de la calle Txabarri (Casa del Arco). Al no existir originariamente en el edificio sistemas de calefacción ni disponer de facturas eléctricas se decidió realizar el análisis del estado inicial con simulaciones energéticas.

En la fig. 4 pueden observarse que los ahorros conseguidos han sido del 82% en términos de energía final (frente al 56% esperado) y 95% en energía primaria no-renovable. Con todo ello se ha obtenido una reducción del 93% en emisiones de CO_2. Es destacable la diferencia que existe entre los consumos esperados y los finalmente obtenidos de los datos de monitorización. En ellos se muestra que algunos inquilinos casi nunca encienden el sistema de calefacción o no lo hacen por mucho tiempo. La razón principal parece ser la mayor calidad térmica de la envolvente del edificio después de la remodelación en un clima poco severo, y el esquema de prepago conectado al sistema de monitoreo que aumenta la conciencia, control y restringe el consumo de energía de los usuarios finales (algunos de ellos de recursos limitados).



Figura 4. Ficha resumen del análisis de consumos energéticos del edificio de la calle Txabarri.

Los ahorros previstos en los otros pilotos de Sestao rondan el 30% en energía final, 80-90% en energía primaria no renovable y 80-90% en reducción de emisiones de CO_2.

Costes de inversión de las medidas de eficiencia energética: Modelo financiero

Dentro del contexto del proyecto EU-GUGLE se han analizado los costes de la rehabilitación energética de los diferentes pilotos.

La Tabla I muestra los costes de inversión asociados a las medidas de eficiencia energética (envolvente del edificio, instalaciones térmicas e iluminación) de los pilotos de Sestao. Estos datos no incluyen los costes del district heating. También se muestra el modelo financiero sobre el que se ha apoyado los trabajos de rehabilitación con el que se ha contado con el apoyo de diferentes subvenciones.

EU-GUGLE_Pilotos de Sestao		**Costes de inversión de las medidas de eficiencia energética**		**Modelo financiero (%)**		
Dirección	**Sup hab.**	**Inversión total (IVA exc)**	**Coste total/m²**	**EU**	**Nacional /regional**	**Autof**
Txabarri 25-27-29-31_ Casa de El Arco	3.829 m²	668.310 €	174,54 €/m²	14%	-	86%
J.C.Arriaga 15 and 17, Txabarri 19 and 21, Txabarri 23, Autonomía 22, Autonomía 24, Los Baños 59, Los Baños 61, Los Baños 63,	9.689 m²	2.077.898 €	214,47 €/m²	20%	30%	50%
Autonomía 21	750 m²	145.749 €	194,33 €/m²	20%	30%	50%
Los Baños 22-24	3.225 m²	598.237 €	185,50 €/m²	20%	30%	50%
La Bariega 2	1.650 m²	315.043 €	190,94 €/m²	20%	30%	50%
TOTAL	19.143 m²	**3.805.238 €**	**198,78 €/m²**			

Tabla I. Costes de inversión de las medidas de mejorar de la eficiencia energétia. Modelo financiero de los pilotos de Sestao.

En el caso concreto del edificio de Txabarri, dada la situación social y económica de los antiguos propietarios, para poder poner en marcha la operación, la sociedad pública SESTAO BERRI 2010, S.A. compra las casas de aquellos propietarios que no están dispuestos a rehabilitar (el 75% aprox.) con una subvención no reembolsable proporcionada por el Gobierno Vasco y Ayuntamiento de Sestao y realiza vía crédito las obras de rehabilitación. El importe de los trabajos se financia con la venta de las viviendas tras la finalización de las obras.

CONCLUSIONES

En líneas generales podemos decir, basada en la experiencia de EU-GUGLE, que el reto de la renovación urbana no reside principalmente en cuestiones técnicas específicas, sino en una visión integral de las mismas y su adaptación a la situación del edificio a rehabilitar. Esto lleva a diseñar a menudo conceptos “a medida” para cada caso. Incluir soluciones técnicas pensadas para edificios nuevos es siempre más costoso lo que lleva a la necesidad de estandarizar soluciones orientadas a rehabilitación con un componente de industrialización.

Con frecuencia las barreras administrativas, legales, complejidad de acceso a ayudas o subvenciones, falta de cooperación entre diferentes departamentos o administraciones, etc. complican la realización de estas operaciones. Se ve la necesidad de diseñar procedimientos de contratación específicos.

Diseño de modelos de negocio y de financiación son necesarios, así como encontrar la escala correcta de intervención. Existen intervenciones individuales que no son rentables, pero sí a mayor escala.

El comportamiento del usuario es clave a la hora de obtener buenos resultados de ahorro. Acciones de sensibilización y comunicación a los vecinos sobre el funcionamiento del edificio y de sus instalaciones son muy necesarias. En este sentido, la experiencia de Sestao con su sistema de gestión de datos es un buen ejemplo.

AGRADECIMIENTOS

El presente proyecto está siendo confinanciado por la Unión Europea mediante el Séptimo Programa Marco (Grant Agreement Nº: 314632). Información relacionada con el proyecto EU-GUGLE disponible en http://eu-gugle.eu

REZBUILD: NUEVAS TECNOLOGÍAS INTEGRADAS PARA LA RENOVACIÓN DE EDIFICIOS DE CONSUMO ENERGÉTICO CASI NULO

Vicenta Rubert Altava, Jefe de Servicio de Estudios y Obras I, Comunidad de Madrid

Resumen: El proyecto surge con el objetivo principal de definir un ecosistema innovador y colaborativo para conseguir edificios de consumo energético casi nulo (EECN) mediante su rehabilitación. Este propósito lo busca a través de una plataforma de conocimiento común para la toma de decisiones utilizando tecnologías avanzadas. REZBUILD pretende conseguir EECN soportándose en cinco pilares básicos: el técnico, el económico, el social, el ambiental y el legal. Entre sus aspiraciones está la de conseguir una tasa de renovación anual del parque edificatorio del 2,5% (actual ≤ 1%). Es una herramienta de gestión de proyectos que busca maximizar la eficiencia, rentabilidad y sostenibilidad medioambiental en la rehabilitación de edificios para obtener EECN.

Palabras clave: Rehabilitación Viviendas, Herramienta APM, OpenBIM, BEM (gestión de energía), Impresión 3D, Bomba de Calor Solar, Aislantes y Estanqueidad, Paneles Fotovoltaicos Integrados, Suelo Radiante Alta Eficiencia

INTRODUCCIÓN

La construcción en Europa ha entrado en una fase de recuperación tras la crisis financiera mundial de 2007 que ha afectado profundamente al sector, pero no existe garantía de efectos duraderos. Además, este sector sigue estando muy fragmentado (95% de PYME) disponiendo de muchas tecnologías especializadas, pero con gran heterogeneidad interregional. En línea con este escenario, la Unión Europea (UE) a través de EeB PPP y ECTP pretende alcanzar el objetivo principal de alentar un sector altamente tecnologizado, que convierta la Eficiencia Energética (EE) en un negocio sostenible. Además, el sector de la construcción es plenamente consciente de la gran responsabilidad medioambiental que soporta, ya que es el mayor consumidor de energía (alrededor del 40%) y el principal contribuyente a las emisiones de GEI (alrededor del 36%) en la UE.



Figura 1. Ecosistema de Rehabilitación basado en un esquema integrador.

El proyecto REZBUILD (Refurbishment decision making platform through advanced technologies for near Zero Energy Building Renovation) es una iniciativa financiada por el Programa Horizonte 2020 de la Comisión Europea en virtud del acuerdo de subvención Nº 768623 y desarrollado por un consorcio de 13 socios: Officinae Verdi Group, Vias y Construcciones, CARTIF, Comunidad de Madrid, Saint-Gobain Placo Ibérica, ONYX Solar, Exploded View, y ZABALA Consulting, ESTIA, SINTEF, OBOS, UNOTT y Rimond.

El programa H2020 financia proyectos de investigación e innovación en diferentes áreas temáticas dentro de Europa, este proyecto se presentó dentro de la convocatoria EEB-05-2017 (Desarrollo de la rehabilitación de Edificios para conseguir edificios con consumo de energía casi nula).

EL PROYECTO

El objetivo principal del proyecto REZBUILD es desarrollar un ecosistema de rehabilitación que integre tanto tecnologías rentables y eficientes, diferentes modelos de negocio, como el análisis del ciclo de vida de todos los materiales intervinientes en el proceso constructivo de la rehabilitación energética de edificios para conseguir EECN.

El proyecto REZBUILD implementa su análisis en diferentes tipologías de edificios residenciales.

Este proyecto busca establecer un marco de colaboración múltiple dentro de una metodología de rehabilitación gestionada por una herramienta APM (Aplicación de gestión de Software) que interconectará en tiempo real los pasos clave del proceso constructivo con todos los actores involucrados dentro de la cadena de valor de rehabilitación de edificios.

El propósito de este ecosistema es asegurar el cumplimiento de los siguientes Indicadores:

- Reducción del 60% de la reducción de la energía primaria, como resultado de la aplicación de una estrategia de árbol de decisiones creada a partir de la combinación de los principios unidos de la nueva arquitectura sostenible y los conceptos de diseño de EECN.
- Un tiempo de ejecución de las obras reducido, al menos un 30% de ahorro de tiempo en comparación con los trabajos de rehabilitación tradicionales,
- Un periodo de recuperación de la inversión de 12 años.

El proyecto está llevando a cabo el desarrollo de las siguientes tecnologías de rehabilitación

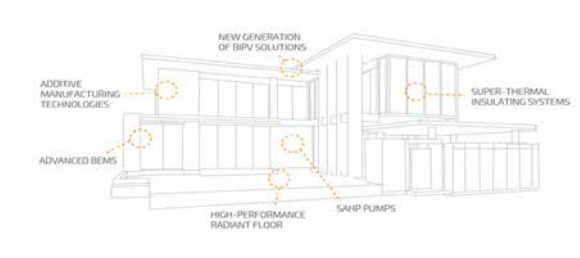


Figura 2. Tecnologías desarrolladas.

- Sistemas de Fabricación Aditiva para fachadas (Impresión 3D construcción).
- Soluciones fotovoltaicas integradas en edificios (BIPV)
- Suelo radiante de alto rendimiento.
- Sistemas de super-aislamiento: fachadas, revestimiento de paredes internas, soluciones de estanqueidad al aire.
- Bombas de calor asistidas por energía solar (SAHP).
- Sistemas avanzados de gestión de energía de edificios (BEMS).

Rehabilitación colaborativa y plataformas de toma de decisiones

- Estrategia de rehabilitación para seleccionar paquetes de tecnología rentables
- Entorno OpenBIM en el sector de la rehabilitación
- APM (Agile Project Management): Herramienta para agiliar la gestión de proyectos que utiliza el servicio de la nube

Herramientas de análisis ambiental y económico

- Análisis de del ciclo de vida (LCA) y análisis del coste del ciclo de vida (LCC)
- Procedimiento de análisis y modelo de inversión rentable

METODOLOGÍA

El proyecto REZBUILD aborda estos retos utilizando una metodología holística integrada en el propio proyecto. Este concepto se desarrolla con la siguiente metodología mediante una herramienta APM que facilita la toma de decisiones y la interconexión de todas las tecnologías y análisis de las fases del proyecto:

FASE 1: Análisis del rendimiento energético que compara el consumo de energía del escenario base actual del edificio con varios escenarios de rehabilitación que incorporan diferentes tecnologías. Como resultado de esta fase obtendremos "el mejor paquete de tecnología rentable" para una rehabilitación energética del edificio.

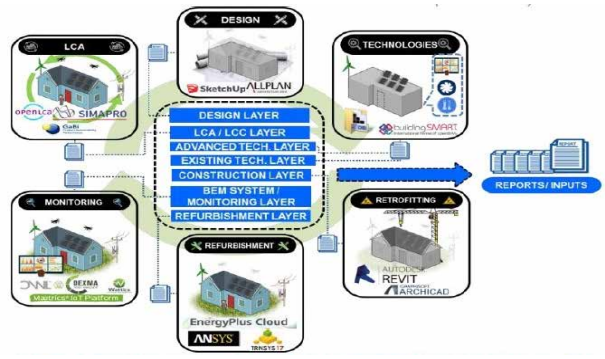


Figura 3. Infografía Herramienta APM.

FASE 2: Diseño y desarrollo de trabajos de reacondicionamiento/remodelación basados en entornos openBIM capaces de gestionar información/documentos en tiempo real y permitir la implementación de trabajos simultáneos. Este enfoque innovador permitirá obtener ahorros relevantes en costos y tiempo en el proceso. El principal resultado producido será "el estudio y análisis de todas las tecnologías existentes de rehabilitación" en el edificio residencial a rehabilitar.

FASE 3: Instalación de BEMS avanzados (sistema de monitorización y gestión de la energía de los edificios) para gestionar, controlar y comunicar sobre el consumo de energía en tiempo real del edificio, seleccionando a su vez la fuente de generación de energía más rentable de acuerdo con las fuentes de producción de energía y el almacenamiento en el edificio.

FASE 4: Puesta en servicio del edificio para evaluar el ahorro de energía logrados por una empresa certificadora según los objetivos estimados en la estrategia de diseño implementada en la primea fase del método. Este paso generará conocimientos útiles para hacer coincidir la brecha entre el mundo de las simulaciones/modelos con el comportamiento real del edificio.

FASE 5: Desarrollo de LCC transversal (Análisis del costo del ciclo de vida de los materiales), análisis de rentabilidad y del modelo de inversión introduciendo así el factor socioeconómico que garantice precios asequibles para los propietarios de edificios.

FASE 6: Integración de LCA (Análisis del Ciclo de Vida de los materiales) para garantizar un bajo impacto ambiental dentro de esta metodología de la plataforma APM.

Para realizar todas estas interconexiones de la información se utilizará el formato de intercambio standard .ifc en los archivos introducidos en la plataforma.

Para probar tanto la idoneidad de la herramienta informática para la gestión de las obras, como la idoneidad de los materiales desarrollados para cumplir con los objetivos del proyecto, se están desarrollando tres proyectos piloto en diferentes climas y tipologías de edificios residenciales.

Los edificios donde estamos realizando los pilotos de la investigación se encuentran en Madrid (España) donde se están realizando los estudios en una vivienda social unifamiliar, en Martellago (Italia) donde se van a rehabilitar 2 apartamentos en un bloque de vivienda social y Oslo (Noruega), donde se están monitorizando viviendas de en bloque pertenecientes a una cooperativa.

RESULTADOS Y DATOS OBTENIDOS

El proyecto inició su recorrido en octubre de 2017.

Se está trabajando en el desarrollo de las tecnologías informáticas y de materiales que deben cumplir con los 5 pilares del proyecto (el técnico, el económico, el social, el ambiental y el legal), definiendo los distintos Indicadores (KPI) en todos estos ámbitos.

En cuanto a la herramienta informática se ha realizado una recopilación de la normativa y de las tipologías edificatorias y se ha introducido el análisis del proceso constructivo. La plataforma será ampliable con más librerías de datos de distintos países.

Por otro lado, se están premonitorizando los edificios en donde se va a realizar la rehabilitación energética y se están realizando distintas simulaciones energéticas con paquetes de las diversas tecnologías a emplear, tanto existentes como innovadoras.

Así mismo se está haciendo el estudio económico de los periodos de retorno de las inversiones y con las tecnologías empleadas vemos posible alcanzar los objetivos, aunque es pronto para anticipar resultados.

La web del proyecto https://rezbuildproject.eu/the-project/ puede ser visitada. Además REZBUILD está presente en linkedin https://ke.linkedin.com/company/rezbuild-project twitter https://twitter.com/rezbuildproject?lang=es y youtube https://www.youtube.com/channel/UCCV_Klo-JihYo16juR6tFLg?view_as=subscriber

CONCLUSIONES

La UE como líder mundial en energía renovable, busca a través de estas iniciativas posicionarse en la eficiencia energética a través de las nuevas tecnologías y el liderazgo industrial.

El proyecto REZBUILD espera modernizar la economía de la UE reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero provocando a su vez la generación de empleo y crecimiento económico.

Con esta plataforma se espera que el ecosistema creado sirva para compartir información, tecnologías y las soluciones más eficientes y sostenibles.

A través de la herramienta y de las nuevas soluciones constructivas, confiamos en que tanto los agentes implicados (técnicos, industriales, centros tecnológicos) como los propios usuarios desempeñen un papel activo transición energética europea.

Y nuestra ambición se centra en dominar la rehabilitación de las principales tipologías de edificios existentes en Europa, con paquetes de soluciones ambiciosos, económicos y holísticos.

Por otro lado, otro de los objetivos del proyecto es la reducción de los costos de construcción y mantenimiento de los nuevos EECN y conseguir que la eficiencia energética suponga tanto en edificios nuevos como en los existentes menos costoso y menos perjudicial para los ocupantes.

AGRADECIMIENTOS

A todo el Equipo REZBUILD y especialmente a mis compañeras de la Comunidad de Madrid en el proyecto REZBUILD Raquel Zapardiel, Pilar Alonso y Asunción López.

REFERENCIAS

[1] REZBUILD Proposal-SEP-210410013
[2] https://rezbuildproject.eu/the-project/

SOLARHAUS: EDIFICIO DE ENERGÍA POSITIVA EN BLOQUE DE 38 VIVIENDAS VPT CON INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO EN RIPAGAINA (NAVARRA)

Francisco Serna, Jefe de proyectos, Departamento de Energética Edificatoria, CENER
Marta Sampedro, Arquitecto, Departamento de Energética Edificatoria, CENER

Resumen: Los avances tecnológicos en los últimos años, y las últimas políticas en eficiencia energética y energías renovables aprobadas en España y Europa principalmente, hacen pensar, sin ningún tipo de duda, que el futuro de la energía a medio plazo pasa por un consumo muy mayoritariamente eléctrico, en todos los ámbitos, dejando los combustibles fósiles para usos residuales o industrias específicas donde estos combustibles todavía sean rentables. Por otro lado, y a falta de tener una definición oficial por parte de la UE del estándar de edificio de energía positivo, cabe pensar que el modo mas rentable en un futuro inmediato de conseguir dicho estándar, pase mayoritariamente por el diseño de edificios "todo eléctricos" y con un aporte de energía solar fotovoltaica muy considerable. Además, las nuevas políticas energéticas en España (y en Europa) relacionadas con el sector eléctrico, van en la línea de la implantación del autoconsumo, y en especial el autoconsumo compartido. En esta línea, se desarrolla el proyecto SOLARHAUS, que la promotora Construcciones Domeño, está haciendo realidad en el barrio de Ripagaina (Pamplona).

Palabras clave: Edificios Energía Positiva, Aerotermia, Solar Fotovoltaica, Autoconsumo, Eficiencia Energética

PROMOCIÓN SOLARHAUS - MÁS ALLÁ DEL CTE 2019

Antecedentes

Se está viviendo un cambio de modelo energético a nivel mundial, con mayor intensidad en unos sectores que en otros. En el sector de la edificación la tendencia tanto normativa como tecnológica, está motivando que los edificios de energía casi nula estén empezando a implantarse en el mercado. Sin embargo, a pesar de su incipiente incorporación, ya hay voces que abogan por ir más allá, promoviendo el desarrollo y ejecución de edificios de energía positiva. Es precisamente, en este contexto, en el que se desarrolla la promoción que aquí se presenta.

La promoción Solarhaus estará ubicada en el barrio de Ripagaina de Pamplona, y consta de dos bloques de viviendas, uno en régimen de VPT y otra en régimen libre, con un total de 72 viviendas, y se ha diseñado para genere al menos la misma energía que la necesaria para satisfacer las necesidades de calefacción, ACS y electricidad para zonas comunes (no hay refrigeración), mediante una solución tecnológica fundamentada en la idea del edificio "todo eléctrico". Esta nueva promoción supera sobradamente los requisitos establecidos para los edificios de consumo de energía casi nulo que se deberán de cumplir con el próximo CTE.

Estos edificios serán promovidos y construidos por Construcciones Domeño, cuenta con la colaboración del Departamento de Energética edificatoria de CENER (Centro Nacional de Energías Renovables), la participación de NAVEN como Ingenieros y han sido proyectados por el estudio de Arquitectura Tabuenca y Saralegui.

Definición PEB

Actualmente no hay definición oficial del estándar PEB por parte de la Comisión Europea, aunque hay una variedad de propuestas diferentes en toda Europa, que hace que sea difícil de entender lo que realmente se está caracterizando como un PEB.

Se pueden tener en cuenta, diferentes niveles de ambición, desde incluir solo la energía para satisfacer los mínimos niveles de confort del edificio, hasta incluir la energía embebida en los materiales de construcción, y todos los consumos energéticos del mismo. En función del grado de ambición que se desee adoptar al estándar, el GBPN [1] propone la siguiente clasificación:

Caso ideal (Edificio de Huella energética cero)	Edificio que produce mas energía de origen renovable que la que consume en todos sus conceptos, donde el exceso de energía compensa la energía embebida en los materiales usados en su construcción.
Caso Ambicioso (Edificio energía positiva total)	Edificio que produce mas energía de origen renovable que la que consume en todos sus conceptos
Caso Holístico (Edificio energia positiva)	Edificio que produce mas energía de origen renovable que la que consume en satisfacer las condiciones apropiadas de confort térmico
Caso con aspiraciones (Edificio de energía cero)	Edificio que produce al menos la misma energía de origen renovable que la que consume en satisfacer las condiciones apropiadas de confort térmico
Caso Base (Edificio de energía casi cero)	Edificio que produce casi la misma energía de origen renovable que la que consume en satisfacer las condiciones apropiadas de confort térmico

Tabla I. Propuesta de GBPN de clasificación de edificios de energía positiva.

Asimismo, deberían fijarse unos límites que establezcan, el origen y la tipología de las fuentes de energía renovable, que puedan ser admitidos en la definición del estándar, así el JRC [2] propone la siguiente distinción, donde se considera razonable incluir sólo las energías renovables "On-site" (Zona sombreada en azul), para el cómputo, en este caso, del estándar ECCN:

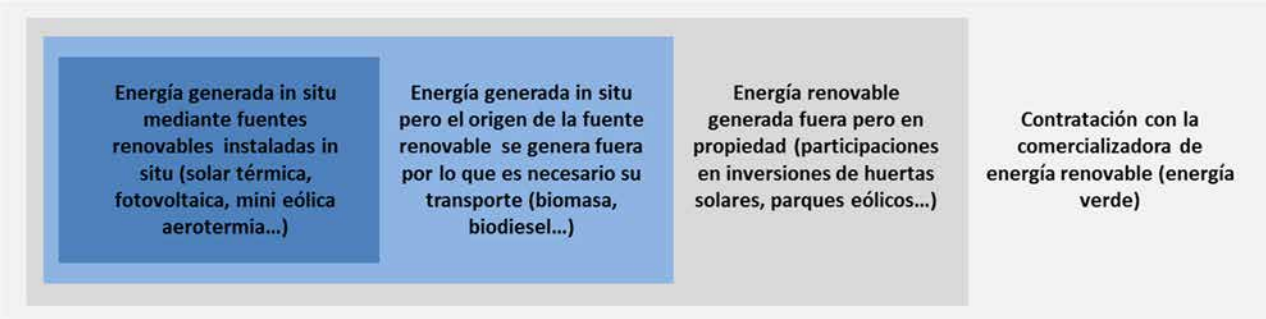


Figura 1. Tipologías de las posibles fuentes de energía renovable.

Por último, es fundamental establecer el indicador energético con el que se va a evaluar el estándar. En relación con los edificios EECN, la UE [3] recomienda a los estados miembros utilizar al menos un indicador de energía primaria para la evaluación de este estándar, expresado en kWh/(m2/año), y en concreto, el de energía primaria neta, entendida como la energía primaria necesaria para satisfacer las necesidades energéticas del edificio, menos la autoconsumida junto con la exportada a la red proveniente de las fuentes de energía renovable in situ [4].

Estrategia energética

"DOMEÑO SOLARHAUS", es una promoción de viviendas que consume fundamentalmente energía eléctrica, la cual es suministrada por una gran instalación solar fotovoltaica situada en la cubierta, dimensionada para generar al menos, la misma cantidad de energía que los edificios van a consumir en calefacción, ACS y los servicios comunes de los mismos (ventilación, iluminación, ascensores, etc.

Para poder cumplir con estos exigentes objetivos, se ha realizado un gran esfuerzo en el diseño, tanto desde el punto de vista de envolvente como de sistemas, con un altísimo grado de eficiencia en todos sus elementos.

Sistema de Generación

Como sistema de generación de energía eléctrica se ha propuesto una instalación fotovoltaica en la cubierta de sus dos edificios, priorizando la producción de electricidad frente a la rentabilidad económica. Con este objetivo de obtener la máxima energía generada posible, y utilizando el software de dimensionamiento de instalaciones fotovoltaicas PVsol 2018, se han analizado diferentes configuraciones, en las que se han empleado diferentes inclinaciones de los paneles, diferentes tamaños y potencias (de 60 células y de 72 células) y diferentes disposiciones

geométricas, teniendo en cuenta, entre otros factores, la superficie útil disponible, las sombras de los elementos en cubierta (shunts y casetones de ascensores), y la normativa urbanística aplicable.

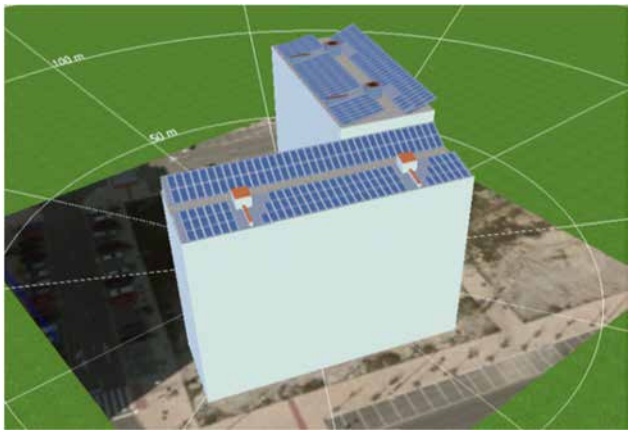


Figura 2. Modelo en PV Sol 2018

CAMPO	INCLINACIÓN	AZIMUT	PANELES	POTENCIA
Campo 1	20°	196°	80x265Wp	21,20 kWp
Campo 2	10°	196°	104x265Wp	27,56 kWp
Campo 3	20°	106°	12x350Wp	4,20 kWp
Campo 4	30°	106°	63x350Wp	22,75 kWp
Campo 5	10°	106°	89x265Wp	23,58 kWp

Tabla II. Configuración de los paneles.

Con esta configuración se obtiene una instalación de 99.3kWp con una producción estimada al año de 126.800 kWh.

Por otro lado, para satisfacer las necesidades de calor de los vecinos (calefacción y ACS), se ha propuesto el uso de bombas de calor aire-agua de muy alta eficiencia. Normalmente, los elementos exteriores de estas bombas de calor se sitúan en unos casetones situados en las cubiertas de los edificios. En este caso, al haber priorizado la instalación del campo solar en la cubierta, se ha optado por reubicar los sistemas de climatización, recurriendo a una solución novedosa, muy ventajosa desde un punto de vista de eficiencia energética, que es situarlas en los garajes. Con esta configuración, el sistema utilizará el calor existente en el flujo de aire necesario para la ventilación del garaje, antes de expulsarlo al exterior, con lo que se está mejorando la eficiencia de estos equipos respecto a si estuvieran en la cubierta del edificio (el aire del garaje está algo más atemperado que el aire exterior). No obstante, a pesar de que el sistema principal es eléctrico, para asegurar la fiabilidad del sistema, sobre todo en condiciones climáticas muy adversas donde las bombas de calor podrían ver disminuida su capacidad de suministro, el sistema se refuerza con una caldera de gas natural de alta eficiencia, por si fuera necesaria su utilización en dichas situaciones.



Figura 3. Esquema de instalación propuesto.Estimación de consumos. Construcciones Domeño.

Dado que la energía eléctrica que se genera es gratuita, se priorizará su autoconsumo, haciendo funcionar las bombas de calor en los momentos de máxima producción y utilizando, siempre que se pueda, los excedentes fotovoltaicos para calentar los depósitos de inercia, como si fuera un sistema de acumulación de energía intradiario. El sistema

contará para ello, con dispositivos de control inteligente que garanticen el funcionamiento optimizado tanto desde un punto de vista energético como económico.

Comportamiento pasivo - Confort

Desde el punto de vista del comportamiento pasivo del edificio, SOLARHAUS consigue ir más allá del estándar de edificios de consumo casi nulo, incorporando un elevado índice de aislamiento en su envolvente, vidrio triple en todas las orientaciones, un tratamiento especial de puentes térmicos y recuperadores de calor individuales de muy alta eficiencia, que junto con una cuidada puesta en obra (sobre todo en aspectos de hermeticidad) dotarán a los edificios de un comportamiento térmico excelente.

El sistema de ventilación cuenta con recuperadores de calor individuales de aire de doble flujo y caudal variable y ajustable. Este sistema extrae el aire viciado del interior de las viviendas, extrayendo previamente la energía contenida en él, e incorporándola al aire nuevo y limpio procedente del exterior. Además, de la reducción significativa del CO2 del aire interior, el sistema incorpora filtros del tipo f7 que reduce elementos externos contaminantes que filtran el 100% del polen, el 100% de las esporas de moho, el 75% de los virus y el 90% de las bacterias. Se estima que estos recuperadores de calor, pueden llegar a disminuir las demandas energéticas en calefacción hasta un 40%.

Balance energético

El cálculo de los consumos energéticos esperados del edificio es complejo, ya que depende de muchos factores (climatología, grado de ocupación de las viviendas, regulación de los sistemas de climatización, pérdidas en la instalación, comportamiento del usuario, etc.) Los programas de certificación y de simulación energética de edificios, suelen tener en cuenta todas estas variables, pero suelen fijar unos valores estándar (o normativos según los casos) para poder homogeneizar resultados y poder obtener comparativas o bien establecer una calificación energética en los programas de certificación. En algunos programas estos valores pueden ser modificados por el evaluador, pero en otros no (normalmente en los programas de certificación hay variables que no pueden ser modificadas). La realidad es, que rara vez coinciden los valores fijados por los programas con los valores reales de estas variables. Así, la climatología varía todos los años, produciendo veranos, e inviernos más o menos rigurosos; la regulación no siempre es la idónea y las pérdidas en las instalaciones varían enormemente en función del diseño y de la ejecución; la ocupación de las viviendas es muy dispar (sobre todo en promociones muy nuevas), y el comportamiento del usuario en relación al uso de los sistemas de climatización y del agua caliente sanitaria, no es fácilmente predecible. Por ello, en este caso, teniendo en cuenta que uno de los objetivos del proyecto era establecer el grado de autonomía energética de los edificios de la promoción SOLARHAUS, se ha optado por utilizar como punto de partida, datos reales de monitorización (consumos reales basados en facturas, tanto de gas como de electricidad) de promociones anteriores y en simulaciones energéticas calibradas con estos datos reales, mediante el software Energy Plus. Este procedimiento permite obtener resultados más fiables en cuanto a las previsiones futuras de consumos energéticos de las viviendas. Los resultados obtenidos de las simulaciones calibradas pueden verse en la siguiente figura:

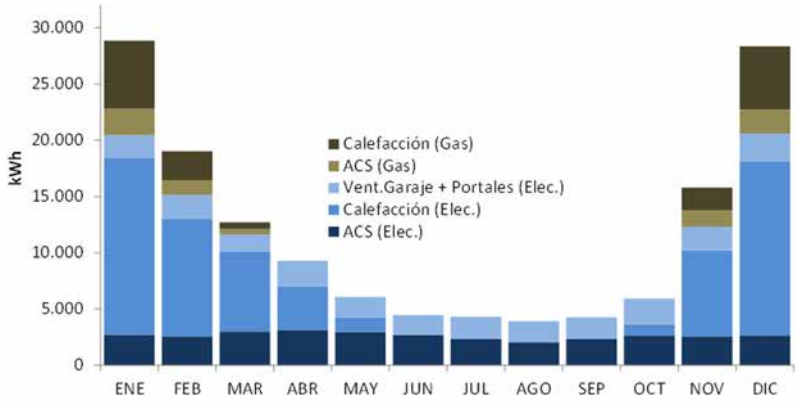


Figura 4. Desglose consumo mensual (kWh de Energía final) segun aspectos y fuentes.

La estimación de los consumos de gas se ha realizado en base a que este sistema cubra estrictamente los picos horarios de potencia, que las bombas de calor no son capaces de dar. No obstante, en este cálculo no se ha tenido en cuenta los efectos de los sistemas inteligentes de gestión de la energía, anteriormente citados, y su efecto sobre la atenuación

de dichos picos a través de los depósitos de acumulación. Por ello, en la práctica, se espera que la caldera de gas entre en funcionamiento de forma ocasional y por tanto que la aportación de ese sistema sea menor del 6%.

Si nos centramos en los consumos de electricidad, se estima que los consumos teóricos y de producción de energía anuales para los nuevos edificios SOLARHAUS sean:

- Consumo eléctrico en ACS: 31.578 kWh al año ≈ 4.9 kWh/m^2
- Consumo eléctrico de calefacción: 62.659 kWh al año ≈ 9.7 kWh/m^2
- Consumo de ventilación Garajes + consumo portales: 24.140 kWh al año ≈ 3.8kWh/m^2

El total de estos consumos anuales estimados ascienden a 118.377kWh/año. Teniendo en cuenta que la producción anual estimada de energía eléctrica, proveniente del campo fotovoltaico asciende a 126.852 kWh, el superávit energético, en términos globales superaría los 8.000kWh (sin contar el consumo energético para otros usos, como electrodomésticos, equipamiento o iluminación en las viviendas).

Analizando conjuntamente los datos de generación y consumo eléctrico, mediante la aportación de los valores horarios de los consumos eléctricos obtenidos de las simulaciones calibradas de ENERGY PLUS, en el software PVsol 2018, se obtienen una estimación de los diferentes flujos de energía que se van a producir en los edificios (energía se autoconsumida, exportada a la red, adquirida de la red…). En la siguiente imagen se puede observar estos flujos de energía en términos mensuales:

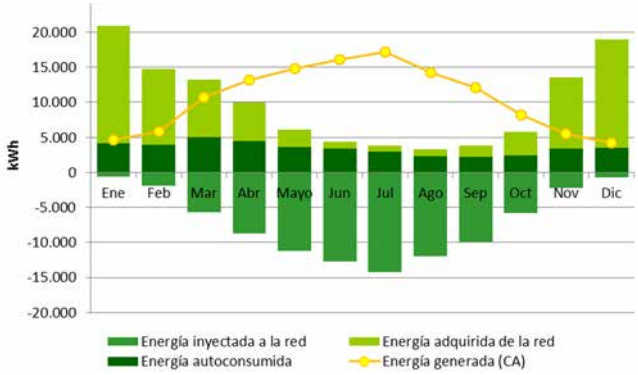


Figura 5. Caracterización de flujos de energía eléctrica.

	Energía generada (CA)	Energía autoconsumida	Energía adquirida de la red	Energía inyectada a la red
Ene	4.667	4.110	16.806	-557
Feb	5.871	3.959	10.785	-1.912
Mar	10.717	4.981	8.265	-5.736
Abr	13.160	4.484	5.475	-8.677
Mayo	14.824	3.610	2.494	-11.214
Jun	16.075	3.373	979	-12.702
Jul	17.171	2.944	843	-14.227
Ago	14.227	2.292	1.030	-11.935
Sep	12.145	2.218	1.573	-9.927
Oct	8.219	2.392	3.433	-5.827
Nov	5.554	3.375	10.228	-2.180
Dic	4.222	3.502	15.225	-720
	126.852	**41.240**	**77.137**	**-85.613**

Tabla III. Flujos de energía eléctrica en kWh.

De los datos mostrados anteriormente, se extrae que el porcentaje de energía autoconsumida está alrededor del 32.5%, exportándose a la red el 67.5% restante. Puede parecer que el dimensionamiento del sistema fotovoltaico sea excesivo, pero hay que recordar que el objetivo de este proyecto es el de alcanzar el estándar PEB, y no el de obtener la máxima rentabilidad a la instalación fotovoltaica.

Análisis comparativo

Se ha realizado un análisis comparativo de la promoción SOLARHAUS en relación con las normativas edificatorias actualmente en vigor, así como con la futura normativa en edificación CTE 2019.

A día de la redacción de este artículo, la calificación energética oficial en España se rige mediante el cálculo de dos indicadores, Epnr (Energía primaria no renovable en kWh/m2 año) y emisiones de CO2 (kgCO2/m2 año). Para la certificación de la promoción SOLARHAUS, y para la obtención de los valores de estos indicadores se ha utilizado el programa CE3X. En el análisis se han comparado los consumos de energía primaria no renovable, en tres casos:

- El edificio con un consumo máximo de energía primaria no renovable con la calificación A, según el CTE en vigor
- El edificio con un consumo máximo de energía primaria no renovable que cumpla con el CTE 2019
- El edificio SOLARHAUS

Los resultados pueden verse en los siguientes gráficos:

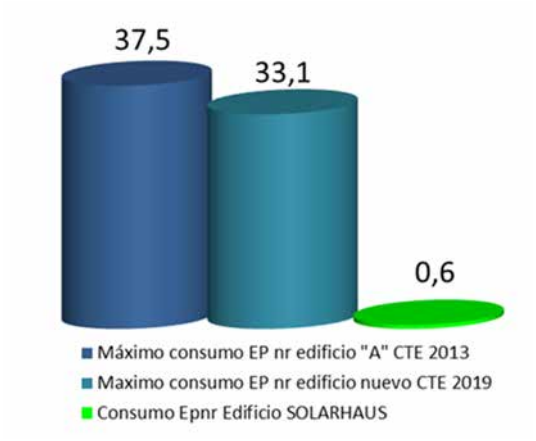


Figura 6. Benchmarking edificio SOLARHAUS (kWh/m^2).

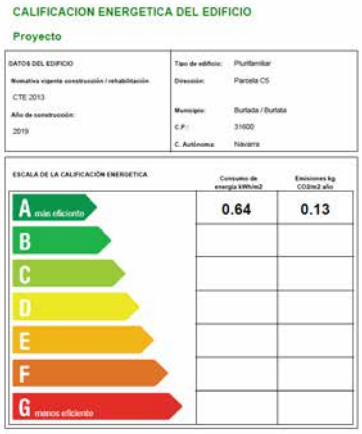


Figura 7. Etiqueta energética edificio SOLARHAUS.

Puede verse, que en el edificio SOLARHAUS, el indicador de energía primaria no renovable se sitúa prácticamente en cero y muy alejado del límite que la nueva normativa CTE 2019, va a fijar para la zona climática correspondiente (el valor de 0.6 kWh/m2 corresponde a la energía primaria correspondiente al consumo residual de gas, para ACS y calefacción). Señalar que el indicador de energía primaria no renovable (Ep_{nr}) tanto en el caso del CTE 2019 como en el caso del edificio SOLARHAUS, se ha calculado de acuerdo a la norma PNE-EN ISO 52000-1, teniendo en cuenta en dicho cálculo, tanto la energía fotovoltaica autoconsumida como la inyectada en la red.

Gestión energética

En esta tipología de edificios, donde existe una sala de calor centralizada y un sistema de producción fotovoltaica de una potencia considerable, la gestión energética de la instalación, así como de los excedentes fotovoltaicos es clave para poder obtener la máxima rentabilidad de la instalación, y poder reducir la factura eléctrica con el consiguiente ahorro económico para los propietarios.

Desde el punto de vista de la generación de energía térmica en la sala centralizada, la instalación contará con sistemas de control inteligente, que actúen sobre los sistemas de producción de agua caliente, para optimizar los recursos y obtener mayores ahorros energéticos y económicos.

Desde el punto de vista de la generación de energía eléctrica, el proyecto está ligado íntimamente a la normativa regulatoria en materia de autoconsumo. De este modo, tras la aprobación del Real Decreto 244/2019, se abren las puertas para la implantación de este tipo de actuaciones con diferentes modalidades de autoconsumo (e incluso autoconsumo compartido).

Llegado el momento de la puesta en funcionamiento del edificio, se analizará la situación normativa en vigor y se estudiarán las diferentes modalidades de conexión (modalidad de autoconsumo sin excedentes o con excedentes con o sin compensación de dichos excedentes), para establecer el modelo idóneo para los intereses de los usuarios.

Actualmente se está en contacto con diversas comercializadoras de energía, para analizar, en función de las peculiaridades de esta promoción, las opciones de gestión más adecuadas para el usuario.

REFERENCIAS

[1] Golbal Buildings Performace Network. "Defining Positive Energy – A Spectrum Approach"
[2] JRC. Development of NZEBs concept in Member States, Joint Research Centre (JRC)—European Commission
[3] Recomendación (EU) 2016/1318 de la Comisión de 29 de Julio de 2016. Punto 2.2
[4] Recomendación (EU) 2016/1318 de la Comisión de 29 de Julio de 2016. Punto 2.1.1

PROYECTO MAKING-CITY: TRES DISTRITOS DE ENERGÍA POSITIVA EN DOS CIUDADES FARO (GRONINGEN Y OULU)

Cecilia Sanz Montalvillo, Coordinadora Proyecto MAKING-CITY, Fundación CARTIF
Jhon Fredy Vélez Jaramillo, Investigador, Fundación CARTIF
Cristina de Torre Minguela, Investigadora, Fundación CARTIF
Ali Vasallo Belver, Director Área de Eficiencia Energética en Edificios e Industria, Fundación CARTIF

Resumen: En las ciudades de Groningen (Países Bajos) y Oulu (Finlandia) se han diseñado tres distritos de energía positiva (PED), dos en la primera y uno en la segunda. Un total de 60.215 m2 de edificios de alta eficiencia energética forman parte de estos distritos, mientras que un excedente energético de 348 MWh/a será generado dentro de ellos y compartidos con otras áreas urbanas de dichas ciudades. A lo largo de los cinco años del proyecto Faro MAKING-CITY, se implementarán las medidas que harán que estos distritos sean de energía positiva, se desplegará un amplio sistema de monitorización que recoja su funcionamiento y se demostrará el excedente energético anual que proporcionan cada uno de ellos. La implementación de medidas en estos distritos Faro servirán de guía a otras seis ciudades follower que diseñarán sus propios PED siguiendo las pautas marcadas por la metodología MAKING-CITY.

Palabras clave: Smart City, PED, Flexibilidad Energética, Sostenibilidad, Replicabilidad

INTRODUCCIÓN

Los distritos de energía positiva, también conocidos como PED por sus siglas en inglés (Positive Energy District), son zonas urbanas en las que una serie de edificios tanto públicos como privados, residenciales o terciarios, producen y comparten energía entre sí con el objetivo de generar un excedente energético global susceptible de ser intercambiado con otras zonas urbanas y periurbanas de la ciudad.

Los PED han aparecido recientemente como herramienta impulsora de la transición energética de las ciudades promovidos fundamentalmente por el SET-Plan [1] con el objetivo de luchar contra el cambio climático. Siguiendo los acuerdos de París en el marco del COP21, las ciudades de todo el mundo están dando pasos para promover el uso de energías renovables y vehículos eléctricos, así como promoviendo medidas que aumenten la eficiencia energética de sus distritos urbanos. Las más de 80 megaciudades que componen en C40cities [2], han puesto en marcha más de 10.000 acciones climáticas con el fin de reducir el 5% [3] de las emisiones globales, contribuyendo a alcanzar los objetivos marcados por el acuerdo de París, teniendo en cuenta además que, en coordinación con el sector público-privado, pueden llegar a alcanzar una reducción del 46%.

En este contexto, la transición energética de las ciudades es un factor clave para cumplir los objetivos medioambientales marcados por los acuerdos internacionales, y el concepto de Distritos de Energía Positiva (PED) una de las últimas herramientas que han aparecido en escena para conseguirlo.

El proyecto MAKING-CITY [4], financiado por la Comisión Europea a través del programa HORIZON 2020, trabaja con el objetivo de demostrar la viabilidad de implementación de los PED desarrollando en sus dos ciudades Faro (Groningen y Oulu), tres distritos que generarán un excedente energético anual de 348 MWh/a a intercambiar con otras zonas de dichas ciudades. En este intercambio energético entre distritos, las TICs juegan un papel fundamental ya que permiten a los diferentes usuarios flexibilizar su perfil de consumo y producción energética maximizando el excedente energético y facilitando que un distrito sea de generación positiva.

EL PROYECTO

El proyecto MAKING-CITY, perteneciente a la primera generación de proyectos Faro que incluyen como eje de la transformación urbana el concepto de Distritos de Energía Positiva (PED), está coordinado por el Centro Tecnológico CARTIF y forman parte de él 34 socios de 9 países europeos [5]. Dos ciudades Faro, Groningen (Países Bajos) y Oulu (Finlandia) llevarán el peso de las demostraciones a gran escala que se llevarán a cabo en el proyecto. Por su lado León (España), Bassano del Grappa (Italia), Kadiköy (Turquía), Vidin (Bulgaria) y Lublin (Polonia) serán las ciudades seguidoras que implementarán el concepto PED tras ver los resultados obtenidos en la demostración.

Un total de 60.215 m2 serán rehabilitados energéticamente dentro del proyecto en las ciudades de Groningen y Oulu sentando las bases para obtener una demanda mínima de energía en los edificios. Demanda que será cubierta en un

80% (88% en términos de demanda térmica y 73% en demanda eléctrica) por energías renovables. La energía solar (tanto en su faceta fotovoltaica como térmica) así como la geotermia y el aprovechamiento de calores residuales serán las principales fuentes energéticas dentro de los PED del proyecto que contribuirán a generar un balance positivo. Almacenamientos energéticos y redes de calefacción centralizada serán claves para optimizar la gestión de la energía y maximizar la conectividad de los usuarios.

Las ciudades implicadas en el proyecto desarrollarán nuevas estrategias encaminadas a la transformación energética de sus entornos urbanos que marcará un hito en la transición hacia un nuevo modelo energético. Estas estrategias no solo se tendrán en cuenta en la planificación de las ciudades a corto y medio plazo, sino que también serán incluidas en el largo plazo, desarrollando planes de ciudad en su visión hacia el 2050.

Con una financiación de 18 M€, el proyecto MAKING-CITY pretende movilizar en sus cinco años de duración un total de 71,7 M€ de inversión que conllevará a evitar la emisión de 1,4 kton de CO2 y generen más de 4.000 nuevos puestos de trabajo directos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Dos ciudades son las que centran la demostración del proyecto y en ellas se implementará la batería de medidas de eficiencia energética y desarrollo de renovables que dé lugar a la obtención de tres PED. El distrito de Kaukovainio en Oulu y los distritos Sudeste y Norte en Groningen, además de un ambicioso proceso de regeneración de edificios, implementarán soluciones basadas en energía solar y geotermia complementadas con una fuerte estrategia de participación ciudadana. Un total de 110 acciones (Figura 19) se desarrollarán en los tres distritos y un amplio sistema de monitorización en tiempo real se desplegará alrededor de las mismas para demostrar que los distritos piloto que se implementarán en las ciudades Faro son de generación positiva.

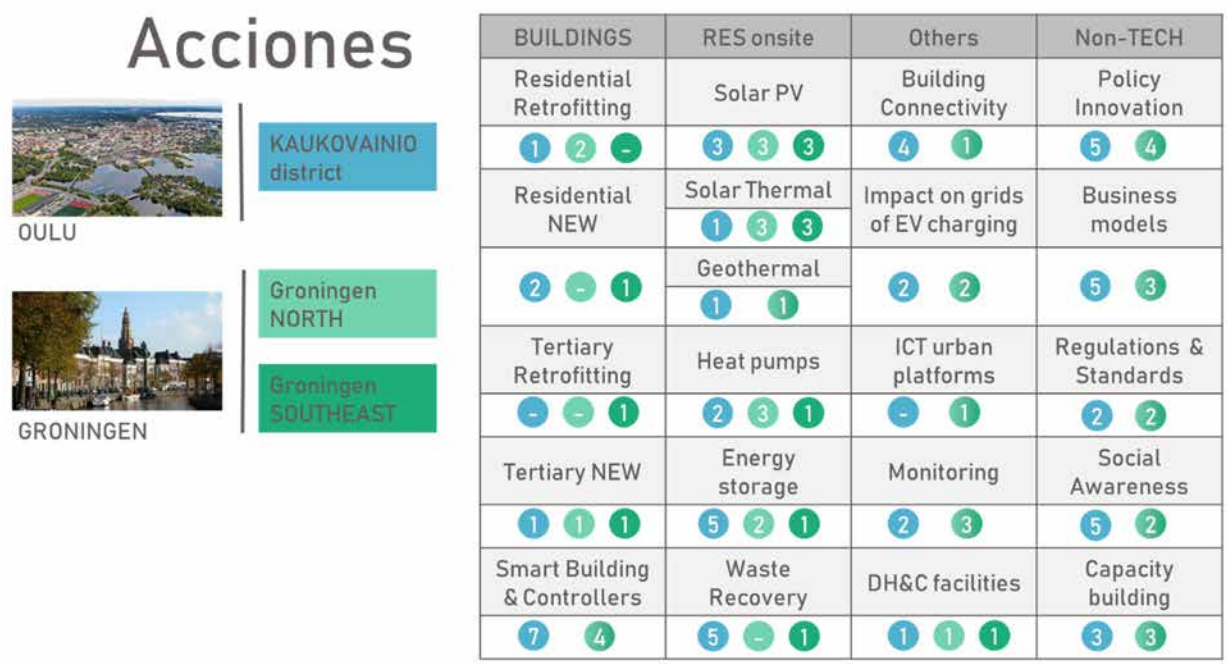


Figura 19. Acciones a implementar en los tres PED del proyecto MAKING-CITY.

El balance energético anual [6] será el parámetro clave en la evaluación y demostración de los PEDs. Tanto los puntos de generación de energía distribuidos por los distritos como los almacenamientos y los posibles consumidores serán medidos para detectar y maximizar las sinergias que hagan posibles la positividad en los distritos. Cómo contabilizar el intercambio de energía con otras zonas de la ciudad se realizará en base a los factores de energía primaria [7] dando lugar a los esquemas energéticos que miden el excedente anual.

La información de estos sistemas de monitorización se conectará a través de las plataformas de ciudad para permitir la conexión de las diferentes aplicaciones y sistemas de gestión que harán a los usuarios decidir sobre cómo utilizar la energía generada en el distrito y marcarán la positividad del mismo en base al excedente generado.

De manera paralela a la implementación de soluciones en los demostradores, se está desarrollando dentro del proyecto MAKING-CITY una metodología para el diseño y cálculo de PED (Figura).

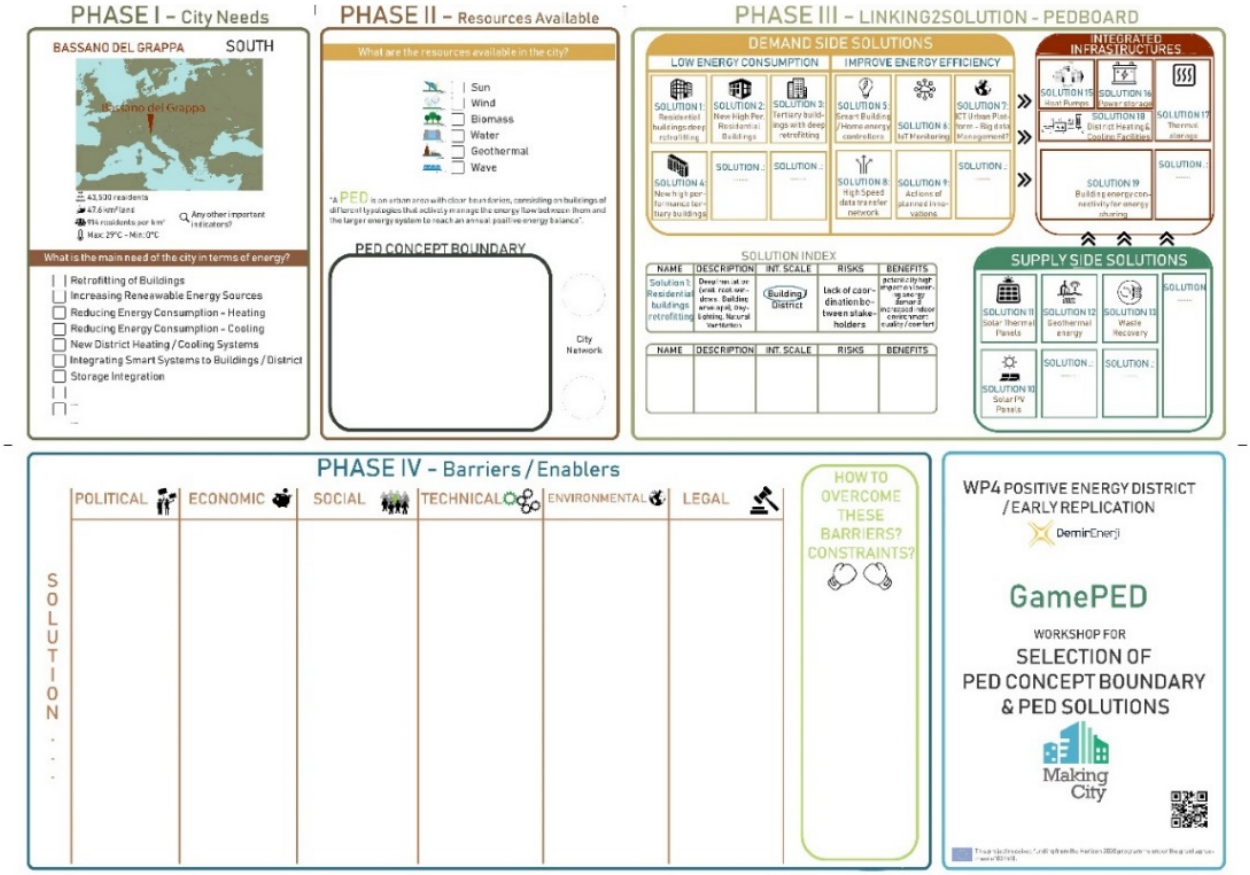


Figura 2. Fases de la medodología MAKING-CITY para el diseño de PED [8].

Esta metodología [8], basada en cinco fases fundamentales, servirá de base para la estrategia de replicabilidad que se llevará a cabo en las seis ciudades seguidoras del proyecto. Las fases de la metodología son:

- Fase I: Análisis de las necesidades a través del enfoque de diagnóstico de la ciudad
- Fase II: Identificación de recursos disponibles y fronteras del distrito
- Fase III: Selección de soluciones para el diseño del PED
- Fase IV: Identificación de barreras y facilitadores para cada solución
- Fase V: Descripción detallada de soluciones PED

RESULTADOS

Al final del proyecto 3 PED estarán completamente operativos en las dos ciudades Faro (dos en Groningen y uno en Oulu), y otros 6 diseñados en las ciudades seguidoras del proyecto. Cada una de las ocho ciudades implicadas en el proyecto habrá diseñado sus planes de ciudad incluyendo el concepto PED en ellos y fomentándolo al máximo para cumplir con los compromisos medioambientales marcados en sus respectivos Planes de Acción para el Clima y la Energía Sostenibles (PACES).

Un excedente de 348 MWh/a está previsto que se obtenga en los PED de las ciudades Faro del proyecto MAKING-CITY. Tras los dos años de monitorización que se llevarán a cabo en su etapa final, se podrá confirmar el excedente final obtenido, así como analizar patrones de uso que faciliten la replicabilidad en los distritos identificados como potenciales PED en las ciudades seguidoras del proyecto.



Figura 3. Impactos esperados en el proyecto MAKING-CITY.

Así mismo la metodología de diseño y evaluación de PED desarrollada en el proyecto será recopilada a modo de guía para el fácil seguimiento por parte de ciudades ajenas al proyecto, lo que maximizará el impacto del mismo, así como su replicabilidad contribuyendo a la transformación de las ciudades en entornos más sostenibles.

CONCLUSIONES

MAKING-CITY contribuye en casi un 10% a cumplir el objetivo de 100 PED para el año 2025 marcado por el SET-Plan en su Plan de acción para para el año 2025. La flexibilidad en los patrones de consumo energético que se necesita para llevar a cabo estos PED será testeada dentro del proyecto en las dos ciudades Faro y los usuarios de los diferentes distritos demostrador implementarán las diferentes soluciones energéticas teniendo en cuenta los servicios web que las ciudades les ofrezcan.

Diferentes modelos de negocio se desarrollarán para favorecer el intercambio energético teniendo como objetivo maximizar la flexibilidad tanto en el consumo como en la generación y deberán satisfacer a todos los agentes implicados en el intercambio gracias al seguimiento en tiempo real que permite la combinación de un completo sistema de medida y una versátil plataforma de datos.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto ha recibido fondos del Programa de investigación e innovación de la Unión Europea HORIZON 2020 bajo acuerdo de subvención nº 824418. Toda la información relacionada con el proyecto MAKING-CITY está disponible en la página web http://makingcity.eu/

REFERENCIAS

[1] European Commission's Directorates-General for Research and Innovation; Joint Research Centre. Set-Plan Action N°3.2 Implementation Plan: Europe to become a global role model in integrated, innovative solutions for the planning, deployment, and replication of Positive Energy Districts. European Commission, Belgium, 2018
[2] https://www.c40.org/ (Febrero 2018)
[3] https://www.c40.org/researches/deadline-2020 (Febrero 2018)

[4] Sanz-Montalvillo, C., de Torre, C., Vélez, J.F., Macía, A., Corredera, Á. (2019). Proyecto Faro MAKING-CITY: Transformación de ciudades a través de distritos de energía positiva (PED). V Congreso Ciudades Inteligentes. Madrid
[5] http://makingcity.eu/ (Julio 2019)
[6] Monti, A., Pesch, D., Ellis, K.A., Mancarella, P. (2017). Energy Positive Neighborhoods and Smart Energy Districts; Methods, Tools, and Experiences from the Field. Elsevier
[7] Guidelines accompanying Commission Delegated Regulation (EU) No 244/2012 of 16 January 2012 supplementing Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings by establishing a comparative methodology framework for calculating cost-optimal levels of minimum energy performance requirements for buildings and building elements (https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A52012XC0419%2802%29)
[8] Alpagut, B., Akyürek, Ö., Miguel Mitre, E. (2019). Positive Energy Districts Methodology and its replication potential. VII Sustainable Places. Cagliari

BIBLIOTECA SOLAR: COMPACIDAD TIPOLÓGICA; GANANCIAS SOLARES; IMPLICACIÓN TÉRMICA DEL TERRENO; Y OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DEL PROGRAMA DE USOS

Nieves Mestre, Arquitecta, ETSAM Universidad Politécnica de Madrid
Eduardo Roig, Arquitecto, Universidad de Alcalá
Elvira Carrión, Arquitecta, IDEA ingeniería
Alejandro Bosqued, Arquitecto, Zero Energy Consumption

Resumen: El proyecto nace como propuesta arquitectónica para el concurso internacional de la Biblioteca Municipal de Las Tablas de Madrid. La Biblioteca Solar (Por allí resopla…) se planteó con una estrategia bioclimática basada en reducir el consumo mediante la compacidad tipológica, las ganancias solares, la implicación térmica del terreno y la optimización energética del programa de usos. La demanda restante se resuelve mediante sistemas de aerotermia de alta eficiencia (COP 4.5) apoyados en generación fotovoltaica, que permitirán generar energía por encima de la demanda energética del edificio, y por tanto convertir la biblioteca en un donante energético para el barrio. Se propone un acoplamiento programático en franjas de uso de “mañana” y “tarde” que permite una optimización de las inercias térmicas y los consumos de acondicionamiento. Se plantea también un sistema constructivo basado en la prefabricación, dirigido a minimizar los recursos energéticos del proceso constructivo y reducir el tiempo y el precio de la obra.

Palabras clave: Biblioteca, Compacidad Tipológica, Pabellón Solar, Empaquetamiento Programático, Aerotermia, Walled Gardens, Muros Termoactivos, Modulación, Prefabricación

INTRODUCCIÓN: MÁS ALLÁ DE LA EFICIENCIA

Los acuerdos aprobados con ocasión del reciente protocolo COP 21 de París han confirmado la capacidad efectiva de la arquitectura para contribuir positivamente al entorno en que se enclava, y no solo limitarse a minimizar su impacto energético mediante los estándares de la eficiencia energética. La superación del paradigma de la eficiencia en aras de la donancia energética es ya una realidad recurrente en todas las agendas alineadas con la sostenibilidad. Las referencias a los sistemas naturales auto-organizativos y la dinámica estructural de las plantas siguen aportando datos esclarecedores para una revisión ecosistémica del diseño arquitectónico y urbano. A diferencia de lo que se había pensado hasta ahora, la alta resistencia estructural de los sistemas naturales no se basa “en la eficiencia y la estandarización, sino en la redundancia y la diferenciación" (Weinstock 2006: 27).

La publicación del Informe Brutland (EE.UU. 1983) tras la crisis del petróleo del 73, derivó con el tiempo en la proliferación de numerosos estándares cuantitativos para la edificación -el primero fue el BREEAM en 1990-. Esta tendencia ha aumentado el interés por la eficiencia energética, pero "no necesariamente un enfoque más holístico" al diseño arquitectónico ni urbano (Ingersoll 1992: 578). Esta obsesión por la eficiencia no ha demostrado una comprensión de la tecnología en el sentido amplio de la palabra, pero excluyendo los "efectos transformadores en la producción cultural, organizativa, social y política" (Rahim 2005: 179).

Diseñado en 1957 por Charles y Ray Eames, el "Solar do-nothing-machine" fue en realidad una hermosa crítica contra la obsesión por la utilidad de las aplicaciones solares, expandiendo el estrecho repertorio de dispositivos fotovoltaicos que catalizó buena parte de la producción arquitectónica de la década). La propuesta que resume esta comunicación es un intento por razonar una aproximación a los componentes sintácticos del diseño ecológico. Se propone una arquitectura entendida desde la donancia energética, rebajando la experientacion meramente formal y priorizando los requerimientos de acoplamiento energético, compacidad programática y geometría solar.

ESTRATEGIA ARQUITECTÓNICA Y URBANA

Posición, retranqueos y acceso

La estrategia urbana de la propuesta se adecúa a los requisitos de la ordenanza de Las Tablas, área norte de Madrid, priorizando una geometría solar óptima. Se propone una nueva alineación orientada a Sur, pero claramente separada del linde con la Escuela infantil para minimizar sobre ella la obstrucción solar. Los edificios propuestos persiguen la cota del terreno, con el fin de evitar excavaciones importantes. La pieza principal se organiza con un prisma recto orientado a mediodía, buscando la mayor compacidad, y sumergido parcialmente en la rasante original (Figura 1). Se ajusta el nivel de acceso a la cota de la calle Eunate (planta baja), y añade una planta definida como "bajo rasante" según las especificaciones del PGOU, pero en realidad alineada con la calle Castillo de Candanchú. De esta forma se desarrolla todo el programa en dos plantas bajas superpuestas, cada una de ellas accesible desde una las calles que limitan la parcela por Este y Oeste. El programa de parking e instalaciones o espacios no calefactados, se plantean como una crujía exterior, de forma que no penalicen climáticamente la envolvente del edificio.

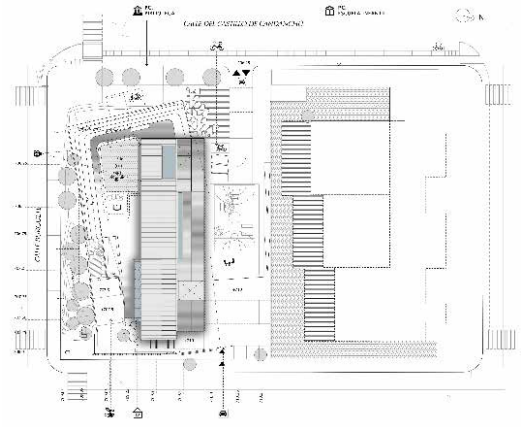


Figura 1. Plano de situación.

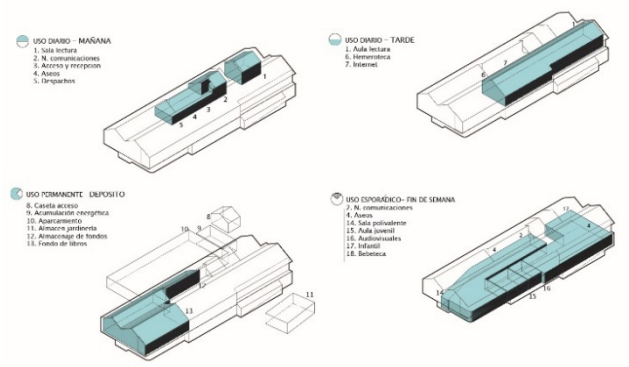


Figura 2. Estrategia de empaquetamiento de programa según franja de uso.

Tiempo y programa; Gestión del espacio abierto

Se concibe el acceso por la calle Eunate (planta baja) para las estancias consideradas centrales al programa de biblioteca -las de uso de mañana-. La planta alineada con la calle Castillo de Candanchú contiene el programa definido en el pliego como "Bajo rasante" y el resto de estancias asociadas al centro cultural, se prevee un uso predominante en horario de tarde. Este empaquetamiento programático en franjas de uso de "mañana" y "tarde" permite una optimización de los consumos de acondicionamiento (Figura 2). La demanda a primera hora se concentra en la planta principal (menos de la mitad del volumen); a medida de pasan las horas, la inercia térmica del edificio participa del atemperamiento supeditado a las cargas de ocupación para abastecer la demanda en horario de tarde (correspondiente al volumen total).

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA; MODULACIÓN Y REPETICIÓN, SISTEMATIZACIÓN Y PREFABRICACIÓN

Se plantea un sistema constructivo basado en la modulación y la repetición, la sistematización y la prefabricación. De esta forma el proyecto es capaz de minimizar los recursos energéticos del proceso constructivo y reducir el tiempo y el precio de la obra. El ambiente es doméstico. la propuesta divide el programa en dos edificios, reduciendo la escala de intervención: una crujía para los programas de gran superficie y otra para los locales de menor dimensión (Figura 3). En lo que se refiere a la estructura principal, se propone un sistema de pórticos de hormigón prefabricado y de componente parcialmente reciclado y sin aditivos. Todo el esqueleto secundario se propone en madera maciza de origen local. La concepción de los dos volúmenes responde a la voluntad de crear espacios que aprovechen al máximo la energía solar y se protejan de la intemperie según la estación, garantizando las exigencias programáticas del programa. Así, se crean dos envolventes muy diferenciadas. Así, estos volúmenes interiores muy aislados y a alta inercia térmica sacan provecho de un espacio circundante con condiciones climáticas controladas pasivamente.

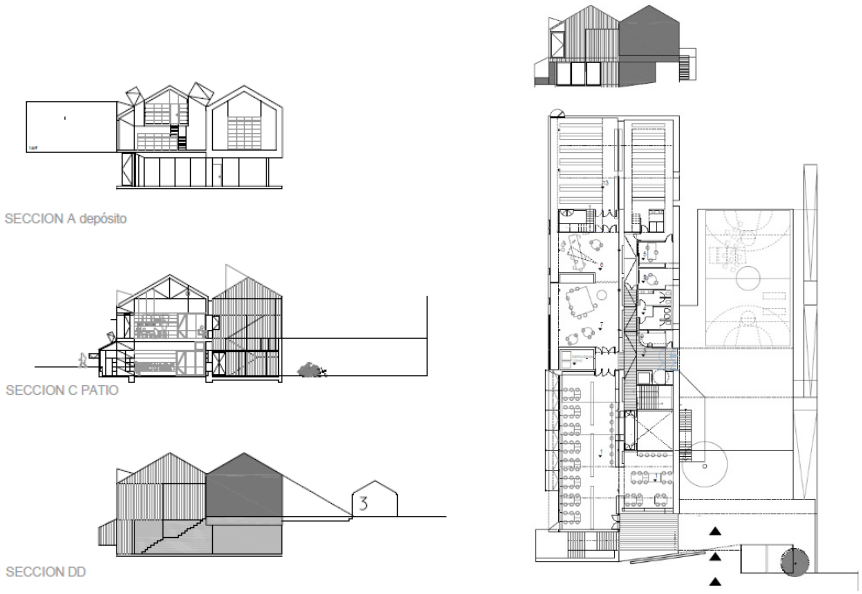


Figura 3. Planta, alzado y secciones transversales.

1. Una primera piel de policarbonato macizo ondulado permeable visualmente que protege del viento, la lluvia, y crea espacios generosos con abundante luz solar. Gracias al efecto invernadero en invierno y a la ventilación natural en verano, estos espacios suponen verdaderas zonas de transición térmica, que precalentarán el aire en invierno y darán sombra en el periodo estival. Esta piel de policarbonato deja pasar la radiación solar generando efecto invernadero y este calor es almacenado en los elementos constructivos (forjados, volúmenes interiores) de alta inercia térmica. Durante los periodos de sobrecalentamiento, la envolvente se protege de la radiación solar gracias a estores enrollables de láminas de madera maciza, y aperturas batientes en fachada y en cubierta generan una ventilación natural por convección que refrescará el aire interior.
2. La segunda piel se concibe como envolvente pasiva para los locales calientes (U=0.15W/m²K). Se trata de una estructura de muros y forjados prefabricados, formados por un esqueleto de madera de abeto y tableros de madera maciza, con relleno de aislamiento de fibras de madera (λ=0.038W/mK), en un sistema estanco a la lluvia y al vapor. Las aberturas, más contenidas en número y superficie son concebidas con marcos fijos y ventanas aislantes con rotura de puente térmico y triple acristalamiento aislante con Argón (Ug=0.6 W/m²K). Estos volúmenes prefabricados tendrán un revestimiento exterior e interior en paneles de triple capa en madera de abeto.

ESTRATEGIA ENERGÉTICA

Para el diseño del edificio de la biblioteca solar Por allí resopla, se han estudiado aspectos como el clima, la orientación, estrategias bioclimáticas, usos, ventilaciones, puentes térmicos y demandas.

Clima y geometría solar

Del análisis climático de la zona, realizado mediante archivo climático con más de 21 años de datos, se obtiene que las estrategias bioclimáticas principales serán: Ganancia solar (Calefacción); Inercia térmica (Calefacción y Refrigeración); Ventilación nocturna (Refrigeración); Sombreamiento (Refrigeración).

Para aprovechar al máximo las estrategias planteadas se propone una orientación con las fachadas longitudinales N-S y las transversales E-W (Figura 3). El edificio se sitúa en el solar, de manera que su fachada sur no llegue a ser sombreada por el obstáculo que suponen los edificios residenciales del entorno. El día más desfavorable, sería el 21 de enero a las 14:15.

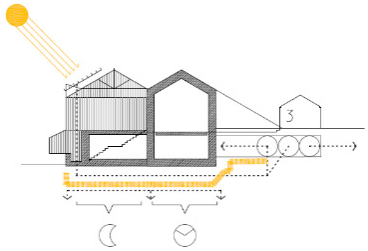


Figura 4. Estrategia de acumulación dia-noche.

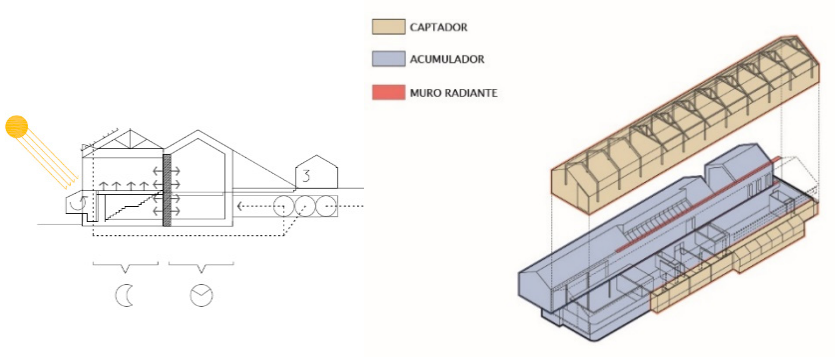


Figura 5. Esquema de ganancia-acumulación solar.

Estrategias bioclimáticas

La estrategia se basa en reducir el consumo mediante la compacidad tipológica, las ganancias solares, la implicación térmica del terreno y la optimización energética del programa de usos. La demanda restante se resuelve mediante sistemas de aerotermia de alta eficiencia (COP 4.5) apoyados en generación fotovoltaica, que permitirán generar energía por encima de la demanda energética del edificio, y por tanto convertir la biblioteca en un donante energético para el barrio - especialmente cuando otro edificio público (escuela infantil) comparte manzana-.

Estrategias pasivas

El edificio se define como un “pabellón solar”, apoyado estructural y termodinámicamente sobre un muro de alta inercia que lo abriga en su fachada norte. Este muro, se convierte en un muro radiante, alimentado por un pequeño campo de captación solar térmica de 16m^2 en cubierta.

Una fachada captadora optimizada con los huecos acristalados necesarios y poca inercia térmica permite la ganancia solar directa e indirecta en orientación sur (Figura 4), según la cota. Estrategia que se complementa con acumulación y amortiguación térmica en una fachada opuesta muy masiva. La estrategia “defensiva” respecto al verano madrileño se apoya en la ventilación natural a través de patios y nocturna y las protecciones solares. El referente bioclimático sería el de los “walled gardens” victorianos, construcciones de gran tradición en el clima británico pero que también se adaptan sin problemas al clima continental. Los "muros frutales" térmicos se hicieron cada vez más populares en el siglo XVII, permitiendo a los agricultores urbanos cultivar "frutas y verduras mediterráneas hasta el norte de Inglaterra y los Países Bajos, utilizando solo energía renovable", (Kris De Decker, de la revista Low Tech). Absorbiendo el calor solar durante el día, estos muros de mampostería podían elevar las temperaturas hasta 10 grados centígrados por la noche.

Sistemas activos

La generación energética complementaria, se propone a base de una máquina de aerotermia de bajo consumo y alta eficiencia (4kW con COP 4,5 lo que ofrece 18kW) de calefacción, que, en conjunto con el campo de captación solar térmica, cubre sobradamente las necesidades de calefacción del edificio. El aporte de calefacción está respaldado por un potente muro pantalla de amortiguación y acumulación térmica que permitirá mitigar la demanda de frio o calor. La distribución se plantea a base de muros y forjados termoactivos (radiantes), en la crujía central y la fachada norte.

Las necesidades de iluminación, así como la energía utilizada para la bomba de calor (aerotermia) serán cubiertas gracias a la producción de energía fotovoltaica en cubierta, consistente en una red de celdas de silicio monocristalino con un rendimiento superior a 135 W/m².

Se plantea adosar una subestación eléctrica al lado del centro de transformación, con la ambición de abastecer al propio edificio y también a la escuela infantil. El excedente energético que sea generado será inicialmente volcado a la red, pero cuando la normativa lo permita el edificio tendrá capacidad para acumularlo y posteriormente cederlo a edificaciones contiguas.

Usos, ventilaciones, y puentes térmicos

Con el planteamiento anteriormente indicado, teniendo en cuenta el horario de funcionamiento de las bibliotecas municipales de Madrid, L-V de 9 a 21h y sábados y domingos de 9 a 15:30h, y en función de los usos indicados, PB – Planta Jardín (solo fines de semana) y P1 (uso en función de mañana o tarde), se optimiza el cálculo de la demanda mediante simulación energética. Se plantea ventilación cruzada nocturna a través del patio, lucernarios de cubierta y huecos de planta primera en los periodos de verano, desde el mes de junio hasta el mes de agosto inclusive. La ventilación se realizará en horario de 02 a 07h de la madrugada, de manera que las temperaturas más frescas del verano madrileño se puedan acumular en los muros de alta inercia térmica.

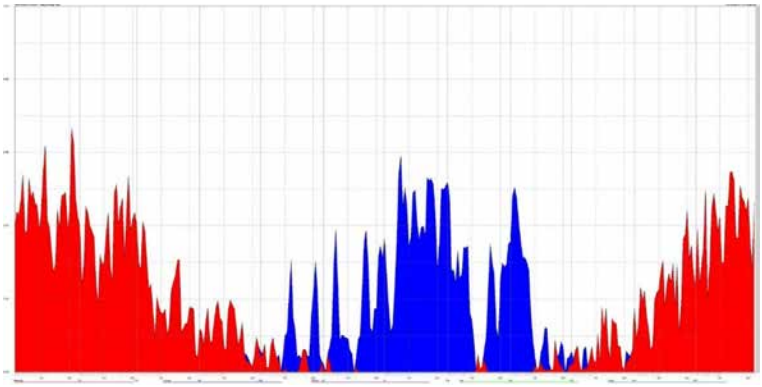


Figura 6. Demanda anual.

La solución constructiva planteada, elimina los puentes térmicos al máximo, apareciendo exclusivamente los correspondientes a las carpinterías de madera de los huecos acristalados.

La demanda energética obtenida de la simulación (Tabla 1), en función de los usos, horarios, ocupaciones y ventilaciones planteadas para el edificio es de 14,06 kWh/m^2 año para calefacción y 7,89 kWh/m^2 año para refrigeración. Demanda que será aportada con energía 100% renovable, y cuyo reducido consumo, por debajo de los requerimientos de ECCN, permite aprovechar la superficie de cubierta e incluso de zonas de jardín o aparcamiento, para generar energía y convertir el edificio en un Edificio de Energía Positiva.

Mes	Heating	Cooling	m²
Enero	5629,26	0,00	
Febrero	4217,60	0,00	
Marzo	2713,60	0,00	
Abril	1280,25	0,00	
Mayo	0,00	855,16	
Junio	0,00	1762,63	
Julio	0,00	4914,01	
Agosto	0,00	2871,68	
Septiembre	116,33	1986,46	
Octubre	736,10	90,00	
Noviembre	2638,42	0,00	
Diciembre	4918,87	0,00	
TOTAL	**22250,43**	**12479,94**	**1582**
kWh/m² año	**14,06**	**7,89**	

Tabla I. Demanda energética simulada.

AGRADECIMIENTOS

Se quiere agradecer la participación de Sumac Cáceres en el proyecto, que ha hecho posible su reconocimiento con mención de honor en el concurso del COAM (Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid).

REFERENCIAS

- De Decker, K. (2009). Wind powered factories: history (and future) of industrial windmills. Low-Tech Magazine. Barcelona.
- Ingersoll, R. (1992). The Ecology Question. Journal of Architectural Education, 45(2), 125-127.
- Mestre, N. (2011) Cloud and mountain, Ideas for a building in symbiosis. En Bodart, M., & Evrard, A. (Eds). Architecture & Sustainable Development (Vol. 2): 27th International Conference on Passive and Low Energy Architecture (Vol. 2). Presses Universitaries de Louvain.
- Rahim, A. (2005). "Performativity: Beyond Efficiency and optimization in architecture", en Kolarevic Branko y Malkawi Ali (ed.) Performative Architecture: Beyond instrumentality. Londres: Routledge. Pp: 177-193.
- Spuybroek, L. 2008. "Machining architecture". The Architecture of Continuity. Essays and Conversations. V-2 Publishing. Pp: 184-208.
- Weinstock, M. 2006. "Monsters and Morphogenesis. On Differentiation, Hierarchy and Energy in Natural Systems". Arte, Arquitectura y Sociedad digital. Jornadas II. Marzo. pp: 129-132.

FOMENTO DE EDIFICIOS INDUSTRIALES SOSTENIBLES DESDE EL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO: ESTRATEGIA ENERGÉTICA Y AMBIENTAL

Sergio Espiau Quijada, Director de Proyectos, Instituto Catalán del Suelo/Generalitat de Catalunya
Joan Estrada Aliberas, Coordinador de Proyectos, Instituto Catalán del Suelo/Generalitat de Catalunya
Sonsoles Letang Jimenez de Anta, Ingeniera de Montes, Instituto Catalán del Suelo/Generalitat de Catalunya

Resumen: En las propuestas de edificios sostenibles y de mínimos consumos energéticos pensamos habitualmente en edificios o barrios residenciales. El sector industrial es un gran consumidor de energía, tanto directa como indirectamente. El Instituto Catalán del Suelo, organismo de la Generalitat de Catalunya, ha proyectado un sector industrial en el municipio de Palau-solità i Plegamans, donde ha puesto una muy especial incidencia en los temas ambientales, de movilidad, de paisaje y de energía, siguiendo los criterios de la Agenda para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, que contribuyan a aumentar la eficiencia energética del conjunto y favorezcan la implantación de edificios que generen y consuman energía procedente de fuentes renovables. La obligación de la gobernanza del sector, introduciendo la figura de la Comunidad de gestión, es imprescindible para lograr este objetivo.

Palabras clave: Medio, Energía, Agua, Aire, Biodiversidad, Paisaje, Movilidad, Materiales, Gestión, BREEAM

INTRODUCCIÓN

Las empresas, hoy en día, en pleno siglo XXI, ante los cambios tecnológicos constantes, un mercado dinámico, exigente y cambiante y una economía globalizada, necesitan espacios que les ayuden a aportar valor a los productos y servicios que desarrollan, espacios que faciliten la colaboración y el intercambio entre empresas, espacios dignos para un entorno de producción competitivo. Espacios a los que se les exige altas prestaciones en las infraestructuras y en los suministros energéticos, donde el respeto por el medio ambiente y la eficiencia y sostenibilidad energética son, además de una necesidad, una demanda indiscutible de la sociedad y de las mismas empresas.

Por este motivo, los nuevos espacios para las actividades económicas deben responder, desde el origen, a una doble exigencia como espacios sostenibles: por un lado, tienen que ser espacios de gran calidad ambiental, disponiendo de todos los servicios que los hacen competitivos para las empresas y, por otra parte, deben disponer de estrategias de gestión que aseguren su continuidad como espacios sostenibles, eficientes y competitivos. Este es el reto. No es suficiente urbanizar y construir, sino que hay que gestionar lo que se urbaniza y se construye para velar por la continua mejora en eficiencia y sostenibilidad ambiental y darles continuidad en el tiempo.

PLAN PARCIAL SUR-10 INDUSTRIAL LEVANTE

Situación

El sector SUR-10 Industrial Levante se sitúa en el término municipal de Palau-solità i Plegamans. El municipio forma parte de la comarca del Vallés Occidental, con un total de 23 municipios y una de población de 791.093 habitantes.

Palau-solità i Plegamans se extiende a lo largo del valle de la Riera de Caldes, en el centro del Vallés. Está situado a 15 km. de Sabadell, a 13 de Granollers y 25 de Barcelona. Tiene una extensión de 14,9 Km2.

El ámbito del Plan Parcial está ubicado en el sureste del municipio de Palau-solità i Plegamans, con una superficie aproximada de 25 hectáreas de forma triangular, resultado de la intersección de las vías principales que lo delimitan. Es significativo señalar que su enclave limita con el Parque territorial de Gallecs, parque de más de 700 hectáreas con un alto valor paisajístico, y su proximidad a la zona urbana del municipio, facilitando su conexión peatonal.



Figura 1. Planos de situación, principales ejes de connexión y emplazamiento.

Antecedentes históricos

Para entender el espacio donde se desarrolla el sector es importante hacer un poco de historia. A inicios de los años 80 el INUR transfiere a la recién creada Generalitat de Cataluña, entre otros, los terrenos de más de 1.000 hectáreas de superficie expropiados por esta entidad para construir una nueva ciudad residencial de pisos baratos destinadas a las clases trabajadoras. La muerte de Franco truncó el proyecto, y las fincas se transfieren libres de edificios.

Los terrenos se pasan a denominar Gallecs, por la ermita de Santa Maria situada centralmente a los mismos, y pertenecen a 5 términos municipales: Mollet del Vallés, Santa Perpetua de la Moguda, Parets del Vallés, Lliçà de Vall y Palau-solità i Plegamans. Su uso es agrícola. Por su lado norte esta atravesado por el cauce de la Riera de Caldes.

La Generalitat no promovió la ciudad programada, y construyó, en primer lugar, siguiendo la mencionada riera, un gran eje industrial y logístico. Por debajo de la nueva autopista de Barcelona a Francia se proyectó un barrio residencial en continuidad con la ciudad existente de Mollet del Vallés. El resto, unas 725 hectáreas, se mantuvieron en su estado agrícola.

La urbanización de una variante de la carretera a Caldes, a su paso por Palau-solità i Plegamans, segregó 25 hectáreas del suelo agrícola, propiciando la creación del sector industrial que nos ocupa.

La Agenda Urbana de Cataluña

La guía que dirigió hacia donde había que ir para proyectar un sector industrial que diera respuesta a los retos del siglo XXI fue la resolución 70/1 adoptada por la Asamblea General de la ONU el 25 de septiembre de 2015 en Quito: Transformando nuestro mundo: la Agenda para el Desarrollo Sostenible 2030. La resolución establece 17 ámbitos de trabajo, enfocados al desarrollo de ciudades y sociedad de forma respetuosa con el medio ambiente, potenciando los valores sociales.

El Departamento de Territorio y Sostenibilidad de la Generalitat recogió estos ámbitos y está escribiendo su propia Agenda Urbana, agrupada en seis pilares temáticos:

1. Hábitats Urbanos saludables
2. Bienestar
3. Calidad Urbana
4. Prosperidad
5. Dimensión territorial
6. Mejora de la gobernanza

Objetivos del Plan

El objetivo es desarrollar un sector de acuerdo con las determinaciones de la Agenda Urbana, que nos impulsan a un urbanismo sostenible social, económica y medioambientalmente. En la época de cambios constantes y acelerados que vivimos, sin duda una época de transición, el urbanismo ha de ser flexible y visionario, para adaptarse con facilidad a estos cambios. La Barcelona del siglo XIX tuvo, con el Plan Cerdà, un enfoque totalmente imaginativo para su desarrollo venidero.

Del plan urbanístico resultante ha de surgir una nueva área de la ciudad donde desarrollar actividades económicas, con un planeamiento flexible, inteligente, sostenible y eficiente, pero inequívoco, que permita la implantación de diferentes tipos de empresas con exigentes calidades ambientales de forma rápida y efectiva, a fin de hacer frente a las necesidades urbanísticas que puedan surgir en el municipio, así como para permitir la reubicación de las existentes y las que necesitan ampliar sus instalaciones.

Los objetivos del plan los podemos concretar en:

- Dotar de la suficiente flexibilidad al planeamiento para facilitar adaptarse a los cambios tecnológicos y sociales propios de momentos de transición.
- Impulsar tanto la creación como el desarrollo de estrategias para garantizar la sostenibilidad y calidad del nuevo espacio económico: un espacio sostenible.
- Facilitar la instalación de un amplio abanico de actividades económicas que busquen espacios de alta calidad ambiental: un espacio para las actividades económicas de una nueva economía. Solares de gran calidad ambiental facilitan la construcción de edificios sostenibles.
- Proporcionar la necesaria integración entre el municipio, el parque agrícola de Santa Maria de Gallecs y el conjunto industrial de la Riera de Caldes: una puerta de entrada a Palau-solità i Plegamans
- Urbanizar los espacios verdes buscando aumentar la biodiversidad del entorno.
- Obtener la cesión urbanizada de los sistemas generales de espacios libres incluidos en el PDU del ACTUR de Santa María de Gallecs, con el fin de integrarse en el suelo urbano y configurarse como puerta de entrada del suelo no urbanizable de Gallecs.
- Determinar nuevos itinerarios peatonales y carriles bici que se unan con los existentes, relacionando los diferentes espacios libres, equipamientos y municipios colindantes con el nuevo sector industrial.
- Preservar el trazado de la Vía Augusta como elemento incluido en el Plan Especial de Protección y Catálogo del Patrimonio Arquitectónico y Arqueológico
- Ordenar las edificaciones del frente de la Av. Cataluña, creando una imagen singular de todo el conjunto, en la entrada del municipio.



Figura 2. Plano de Ordenación.

METODOLOGÍA

El desarrollo del proyecto partió de la creación de un equipo de trabajo amplio y multidisciplinar, formado por arquitectos, paisajistas, técnicos medioambientales, técnicos en movilidad, ingenieros de caminos, economistas y abogados, que trabajan conjuntamente e individualmente en cada una de sus especialidades.

Para ordenar y estructurar los avances de cada equipo profesional, se establecieron diferentes ámbitos donde agrupar los resultados de la investigación y concretarlos, en las sesiones conjuntas, en el planeamiento del sector.

Desarrollaremos este capítulo según el orden de los ámbitos de estudio analizados:

Territorio

Los puntos más significativos de la posición territorial del sector son su situación limítrofe con un espacio protegido, el PEIN del Parque territorial de Gallecs, la centralidad con respecto a los cinco municipios del PEIN, el paso de la vía Augusta por su ámbito y su ubicación completando el suelo industrial del eje de la riera de Caldes.

Paisaje

El tratamiento del paisaje y los espacios libres merece especialmente atención, en tanto que difiere sustancialmente del tratamiento que a menudo reciben en sectores de actividades económicas. En este sector, se proponen unos espacios libres plenamente integrados en la estructura del municipio y con plena funcionalidad para los ciudadanos.

Se analizó el paisaje con estudios topográficos y de pendientes, riesgos naturales y geológicos, vegetación, fauna y usos actuales del suelo, hidrografía, patrimonio cultural y caminos históricos, visuales, patrimonio arquitectónico y patrimonio arqueológico. Del análisis se potenció, como elementos destacados:

- Adaptación topográfica al terreno promoviendo visuales próximas al eje de entrada de espacios público e industrias y preservando las visuales desde el PEIN del Gallecs.
- Preservación de los puntos de sensibilidad ambiental y cultural: vía Augusta, masías, árboles monumentales, etc.
- Utilización de vegetación exclusivamente autóctona. Se plantan 1.500 árboles de diferentes especies, unos alineados a calles, caminos y recorridos y otros formado agrupaciones boscosas. Se plantan también cerca de 8.000 especies arbustivas autóctonas propias de los márgenes agrícolas históricos entre campos.
- Minimización de la isla de calor, con un ajustado estudio de sombras en todos los recorridos del sector.

El grado urbanización es muy blando en proporción a la superficie realmente urbanizada y pavimentada, ya que la superficie de vegetación resulta muy superior a los espacios pavimentados.

Estrategia Energética

Para el fomento del ahorro energético y para prevenir la contaminación luminosa, el plan parcial cuenta con una rigurosa normativa, donde se incide especialmente en los Criterios de eficiencia energética en la edificación según CTE y Criterios de eficiencia energética derivados del Decreto 21/2006 por el que se regula la adopción de criterios ambientales y de ecoeficiencia en los edificios.

Las Normas añaden, además, y como aspectos diferenciales respecto a las normativas anteriores:

- Al menos el 25% de la demanda energética de las edificaciones (kWh / m2) de cada parcela deberá abastecer mediante tecnologías de baja o nula emisión de carbono, generadas in situ, dentro de la parcela o del sector urbanístico. En caso de que la actividad que se implante no pueda alcanzar este 25% (para tener una demanda muy elevada de energía), esta deberá producir, al menos, la potencia mínima de 1KW / 10 m2 de cubierta.
- Adicionalmente la energía eléctrica consumida dentro del sector deberá disponer del certificado de garantía de origen 100% renovable.
- Se prevé construir un circuito de conexión de todas las parcelas dentro del sector, para hacer efectiva la generación y el consumo de energía eléctrica de forma conjunta. La energía eléctrica autoproducida en cada una de las parcelas se podrá volcar a esta red e, igualmente, se podrá consumir de forma compartida.
- Fomentar la adhesión de los edificios en redes de distribución de calor / frío por distrito, para la climatización (calor / frío) y el agua caliente sanitaria (ACS).
- Se obliga al cumplimiento de los objetivos ambientales y energéticos marcados por la Directiva Europea 2010/31, de 19 de mayo, de eficiencia energética de los edificios para el año 2020 (reducción de emisiones de CO2)
- Se incluyen en normativa el control de oberturas, asoleamiento, ventilaciones, vegetación en la parte de la cubierta libre de placas.

Plan de Gestión de la Biodiversidad

Los espacios verdes con vegetación autóctona rememorando márgenes agrícolas o en sinergia con la fauna contribuyen al aumento de la biodiversidad en el área a urbanizar, a pesar de la perdida de suelo agrícola, ya que, pasamos de monocultivos agrícolas de cereal o leguminosas en extensivo, ya plenamente representados en el espacio protegido colindante de Gallecs, a zonas verdes que albergan multitud de variedades de especies autóctonas (en más de un 80% de representatividad). Estas áreas verdes incluyen especies herbáceas en modalidad “pradera”, arbustivas

y arbóreas, que contribuyen en su conjunto a un aumento espectacular de la biodiversidad. Estas zonas resultan atractivos para la fauna ligada a los espacios verdes urbanos, ya sea para su uso como zona de alimento o de cría, especialmente para la avifauna.

Movilidad

El sector dispondrá de una trama de itinerarios peatonales y de bicicletas que conectará los nuevos polos generadores de movilidad como son los equipamientos, las paradas de autobús, zona comercial y áreas de actividad laboral con el resto del continuo urbano y los municipios cercanos a través del PEIN de Gallecs. Para garantizar los desplazamientos con la máxima seguridad y accesibilidad se pacificación de la avenida Cataluña, con un itinerario segregado de la red viaria. De esta forma los recorridos de peatones y bicicletas se podrán hacer con la máxima amabilidad, entra espacios verdes bien sombreados.



Figura 3. Perspectivas de la Avenida de Cataluña, la calle interior del sector y la plaza central.

Se planean puntos de recarga para vehículos eléctricos en los viales y áreas de aparcamiento. Como consecuencia de estas acciones les emisiones de CO2 respecto a un sector industrial "tradicional" se reducen en más de 200 tn/año, las emisiones de PM10 se reducen en más de 700 kg/año y las de NOx en más de 50 kg/año.

Balance de materiales y recursos

Uso eficiente de recursos para la construcción de la Urbanización:

- Priorización en el uso de materiales reciclados y / o reciclables, que se han ido introduciendo en la Base de Precios vigente del Instituto Catalán del Suelo

Materiales / productos con bajo impacto ambiental	
Arena reciclada procedente de RCD	Aglomerados asfálticos con un 5% o 10% de materiales reciclados de fresado.
Graba reciclada procedente de RCD	Tubos PP (AD) con 40% de PP reciclado
Arenisca reciclada procedente de RCD	Pozos de registro prefabricados con 10% de material reciclado
Zahorra reciclado procedente de RCD	**Tubos PE (AD) con 40% de PE reciclado**
Hormigón reciclado para bases de aceras, pavimentos, para limpieza y nivelación	**Bancos con listones de plástico 100% reciclado** y pies hormigón reciclado
Hormigón reciclado HRM-20 / B / 20 / I para losas y soleras	**Papeleras** cilíndrica de **plástico 100% reciclado**
Bordillos prefabricados de hormigón con 12% de áridos reciclados	**Pilones de caucho reciclado**
Bordillos remontables prefabricada de hormigón con 12% de áridos reciclados	**Madera certificada** (FSC / PEFC)

Figura 4. Cuadro de materiales de bajo impacto ambiental para la urbanización del sector.

- Reutilización y gestión de las tierras producto de la excavación del nuevo vial
- Reutilización de los residuos de escombros de la propia obra
- Más del 80% de la superficie de la urbanización está compuesta por soluciones constructivas de impacto ambiental reducido

Con estas acciones el **Balance de residuos generados** es de **-22.200 Toneladas**, es decir, la actuación es un consumidor limpio de residuos.

Gestión eficiente del Ciclo del agua

Se promueve la casi totalidad de las zonas verdes con suelo no pavimentado. Se proyectan micro áreas de laminación y filtración repartidas por estas zonas, y un gran lago de laminación. En el eje de la carretera se forman cunetas filtrantes. Con estas medidas de reduce el caudal de escorrentía en un 25%.

En las edificaciones, además del cumplimiento de las normas ya previstas por la legislación para el uso eficiente del agua, se prevé en normativa el uso del agua de lluvia para el riego y la limpieza y la regeneración y reutilización de aguas en los edificios.

Gobernanza

Pieza clave para gestionar la sostenibilidad y la eficiencia energética del sector es la figura de la comunidad de gestión, ente organizativo que agrupa empresarios y propietarios con el objetivo de asegurar la calidad de los espacios y los servicios urbanos y el ofrecimiento de servicios a las empresas.

El planeamiento contempla la figura promoviendo la división en propiedad horizontal del total de parcelas del sector. Es decir, se crea una comunidad de propietarios similar a las propiedades de edificios en propiedad horizontal, donde el elemento común es una parcela para la gestión de los residuos del sector, en proindiviso entre todos los industriales de la actuación, donde la figura del gestor de la comunidad es básica para potenciar los servicios, gestionar la energía, promover actuaciones como el Coche compartido, la promoción económica, etc.

Breeam Es Urbanismo

Como medida para garantizar la calidad ambiental del proyecto se ha gestionado la obtención de un certificado energético de probada solvencia como es el anglosajón Breeam Es Urbanismo.

CONCLUSIÓN

El sector de Actividades Económicas SUD 10 Industrial Llevant de Palau-solità i Plegamans debe permitir orientar al Instituto Catalán del Suelo hacia el cumplimiento de los objetivos de la Nueva Agenda Urbana Habitat lll, desarrollados por la Agenda Urbana de Cataluña, para conseguir entornos urbanos para el trabajo que prioricen la calidad ambiental y de vida de las personas, que a la vez sean flexibles para adaptarse a los rápidos cambios sociales y tecnológicos del momento actual y fomenten edificios sostenibles de alta eficiencia energética.

REFERENCIAS

- Breeam Es Urbanismo, Manual técnico. Edición núm. 2 de 30 de Octubre de 2013
- CTE, Código Técnico de la Edificación, junio 2017
- Decreto 21/2006 por el que se regula la adopción de criterios ambientales y de ecoeficiencia en los edificios.
- Decreto 344/2006, de 19 de septiembre, de regulación de los estudios de evaluación de la movilidad generada.
- Ley 21/2013, de 9 de desembre, de evaluación ambiental
- Ley 8/2005, de 8 de junio, de protección, gestión y ordenación del paisaje.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica

EDIFICIOS DE ENERGÍA POSITIVA... DESPUÉS DE LOS EECN

Jose Mª Moro Aristu, Director general, Naven Ingenieros
Fermín Saralegui, Arquitecto, Tabuenca&Saralegui y Asociados
Francisco Jose Serna, Project Manager, CENER

Resumen: El proyecto que nos ocupa es la concepción energética de un edificio VPO denominado SOLARHAUS que ahonda en la producción de calefacción y ACS mediante bombas de calor aerotérmicas en combinación con una instalación fotovoltaica de 100 kwp. Todo ello partiendo de una base de aislamientos, carpinterías y vidrios acorde a un edificio de EECN, potenciando el aislamiento, implementando vidrios triples, así como carpinterías de PVC. Así mismo se trabaja con la hermeticidad y el control de la ventilación mediante recuperadores todo ello en aras de reducir al máximo la energía demandada y poder implementar un sistema de suelo radiante con la producción de aerotermia combinado con una instalación fotovoltaica.

Palabras clave: EECN, Edificios de Energía Positiva, Instalaciones Fotovoltaicas, Instalaciones de Aerotermia, Arquitectura Pasiva, Passivhaus, Energía, Diseño, Eficiencia

INTRODUCCIÓN: (2013-2019) EL ORIGEN "EDIFICIO ZERO" LA MEJORA CONTINUA "SOLARHAUS"

El proyecto que nos ocupa nace como consecuencia de la promoción de un proyecto de vivienda social afincado en el barrio de Repagina de Burlada.

Nuestro cliente, el promotor "Domeño construcciones" ya en el año 2013 se enfrentó a la tesitura de implantar en su organización un proceso de transición hacia los edificios de energía casi nula.

Para ello se ha propuesto el diseño y ejecución de diferentes promociones bajo los estándares de EECN y Passivhaus.

En todo buen proyecto es fundamental el equipo que lo hace posible. En este caso, además de contar con el equipo de arquitectura e ingeniería habitual en sus promociones, con buen criterio, se apoyó en un asesor externo en materia de sostenibilidad y eficiencia energética como es el centro nacional de energías renovables CENER

Así, en el año 2013, y bajo el nombre de "Edifico Zero" se ejecuta el proyecto de un bloque de 76 viviendas con la implantación en la construcción de las técnicas de Passivhaus en cuanto a nivel de aislamiento, así como hermeticidad y recuperación de calor de las viviendas, para control de la estanqueidad.

Una vez entregadas las viviendas se procedió al análisis del edificio mediante la monitorización del mismo durante un año, con sus cuatro estaciones. En dicho análisis se constató la efectividad de las medidas adoptadas, así como la reducción de consumo neto observado en comparación con promociones anteriores.

Dichas conclusiones animaron a nuestro cliente a realizar una nueva promoción de viviendas manteniendo y mejorando las medidas pasivas realizadas en el proyecto anterior y apostando por un sistema de energía fotovoltaica en combinación con un sistema de aerotermia con el objetivo de reducir en consumo de energía no renovable al mínimo posible.

El equipo que ha hecho posible el desarrollo de los dos proyectos es:

- PROMOTOR: Domeño Construcciones
- ARQUITECTOS: Tabuenca & Saralegui y asociados
- INGENIERÍA: Naven Ingenieros
- ASESOR ENERGÉTICO: CENER

EDIFICIO ZERO, EL ORIGEN (2013)

El Edificio ZERO constituye una vivienda de promoción social, bajo la modalidad VPT, de Navarra. La figura 1 corresponde a dicho edificio.

Es un bloque de 76 viviendas que posteriormente se completó con un segundo bloque de otras 76 viviendas.



Figura 1. Edificio ZERO (año 2013).

Cómo se diseñó y construyó el edificio ZERO

Para el diseño del edificio ZERO se tuvo en cuenta los estándares de los edificios EECN y nZBE, optando por tomar como medidas pasivas el estándar Passivhaus, pero sin llegar a certificar el edificio bajo dicho estándar.

A continuación, se describen las diferentes estrategias energéticas adoptadas en los edificios, que hicieron de esta promoción un proyecto ejemplar:

ADOPCIÓN DE MEDIDAS PASIVAS:

Promociones Domeño, lleva tiempo construyendo viviendas de muy alta calidad, incluso en los aspectos puramente energéticos. En esta promoción, se fue un paso más allá de lo establecido en la normativa, incorporando medidas muy ambiciosas:

- Fachadas y cubiertas con un elevado índice de aislamiento
- Carpinterías en PVC de una baja trasmitancia
- Vidrios triples en todas las orientaciones
- Tratamiento de la estanqueidad mediante cintas y empleo de blower door
- Tratamiento especial de los puentes térmicos
- Recuperadores de calor individuales de doble flujo de muy alta eficiencia, para el control de las infiltraciones
- Objetivo cercano a un edificio pasivo (15 kwh/m2 año) (0,6 r) (120 kwh/m2 año)

ADOPCIÓN DE MEDIDAS ACTIVAS:

Como medidas activas se optó por un sistema de calor de alta eficiencia mediante un grupo de calderas de condensación con suelo radiante de baja temperatura como elementos terminales.

La instalación de ACS se alimentó mediante un sistema de energía solar térmica que dota al edificio de un 70 % de cobertura solar para el ACS.

Así mismo se colocaron recuperadores de calor individuales por vivienda con sistema de enfriamiento gratuito nocturno free-cooling, para control de las infiltraciones.

Estas estrategias energéticas adoptadas, dotaron a esta promoción de una calidad energética excepcional, mejorando con creces los requisitos futuros normativos en España sobre edificios de energía casi nula.

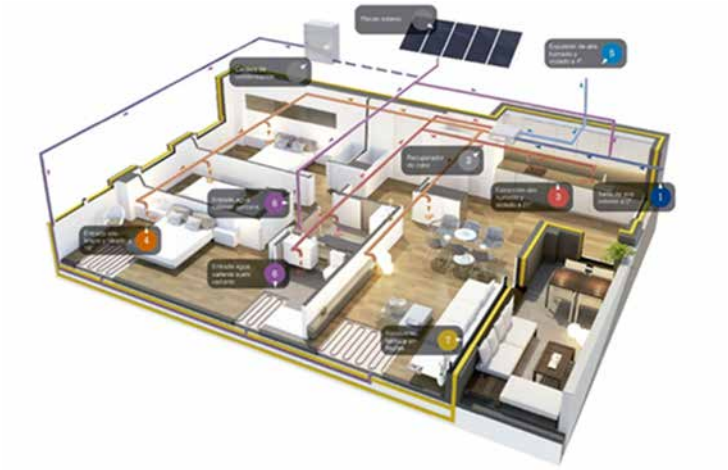


Figura 2. Esquema instalaciones Edifcio ZERO (año 2013).

Análisis del edificio ZERO

Una vez terminada y entregada la promoción, y aprovechando el sistema de control instalado en la sala de calderas, se implementaron sondas de Tª y calidad de aire en las viviendas con el fin de poder analizar el comportamiento energético del edificio.

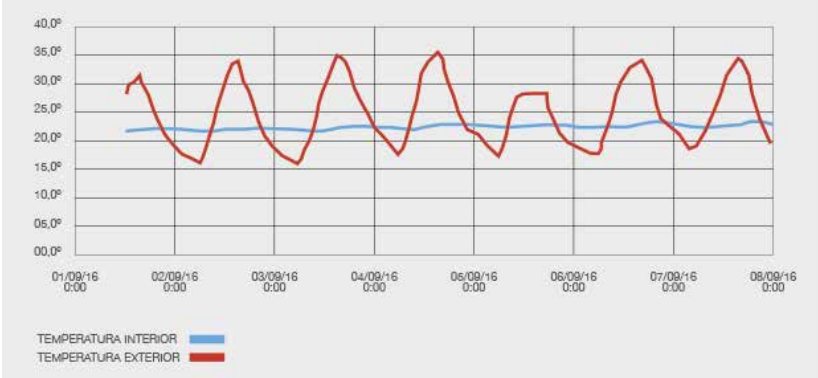


Figura 3. Tendencia semanal analizada Edifcio ZERO (año 2013).

La monitorización de los diferentes parámetros del edifico permitió el análisis de las tendencias del edificio, así como el análisis de los consumos obtenidos.

Dentro del análisis se pudo observar cuestiones lógicas dentro del funcionamiento de un edificio de estas características, como son:

- Robo de calor de las viviendas interiores
- Perdidas de últimas planta y primeras
- Enfriamiento gratuito de las estancias (free-cooling)

Y concluyendo que la monitorización, análisis y posterior implementación de MAE's maximiza la eficiencia de la instalación.

EL PROYECTO: SOLARHAUS, LA MEJORA CONTINUA (2019)

Tras la última promoción de viviendas "Domeño ZERO 2020", la promotora va un paso más allá, incorporando a sus diseños anteriores, sistemas de generación y producción de alta eficiencia, que garanticen un alto grado de autoconsumo energético, con el consiguiente ahorro económico de los usuarios.

Los avances tecnológicos y el posicionamiento del mundo globalizado en el campo de la energía en los últimos años unidos a las últimas políticas en eficiencia energética y energías renovables aprobadas en España y Europa principalmente, hacen pensar, sin ningún tipo de duda, que el futuro de la energía a medio-largo plazo pasa por un consumo muy mayoritariamente eléctrico, dejando los combustibles fósiles para usos residuales o industrias especificas donde estos combustibles todavía sean rentables.

En este contexto, "DOMEÑO SOLARHAUS", pretende ser una promoción de viviendas mayoritariamente eléctrica, con una gran instalación solar fotovoltaica en cubierta, capaz de suministrar en términos globales aproximadamente la misma cantidad de energía que los edificios van a consumir para suministrar a los vecinos calefacción y ACS además de los servicios comunes de los mismos (ventilación, iluminación, ascensores, etc.).

Para poder cumplir con estos exigentes objetivos, se ha realizado un esfuerzo en el diseño tanto desde el punto de vista de envolvente como de sistemas, con un altísimo grado de eficiencia en todos sus elementos.



Figura 4. Edificio SOLARHAUS (año 2019).

Cómo se diseña el edificio SOLARHAUS

A continuación, se describen las diferentes estrategias energéticas adoptadas en los edificios, que harán de esta promoción un proyecto ejemplar.

Las medidas pasivas serán las mismas que en el edificio ZERO.

En la generación es donde se diferencia respecto al proyecto anterior.

Como sistema de generación de energía eléctrica se ha propuesto la optimización de la cubierta para cubrir la máxima superficie de paneles fotovoltaicos (es decir máxima potencia), que la geometría de la misma y la disposición de los paneles (contabilizando sus respectivas sombras), pueden ofrecer. Con estas premisas se ha realizado una composición de paneles (ver figuras 1 y 2) que suman en su totalidad 97.6kWp, y una producción anual estimada de 106.094kWh al año.

Para satisfacer las necesidades de calor de los usuarios (calefacción y ACS), se ha propuesto diferentes bombas de calor aire-agua de muy alta eficiencia. Normalmente, los evaporadores estas bombas de calor se sitúan en unos casetones de cubierta. En esta promoción, realizar esta solución convencional restaría espacio a los paneles fotovoltaicos y por tanto disminuiría su capacidad de producción de electricidad, por lo que se ha recurrido a una solución innovadora e inmejorable desde un punto de vista de eficiencia energética, que es situarlas en los garajes. Con esta configuración, utilizaríamos el calor existente en el flujo de aire necesario (y obligatorio) para ventilar el garaje, antes de expulsarlo al exterior, con lo que estamos mejorando la eficiencia de estos equipos respecto a si estuvieran en la cubierta del edificio (el aire del garaje es algo más atemperado que el aire exterior).

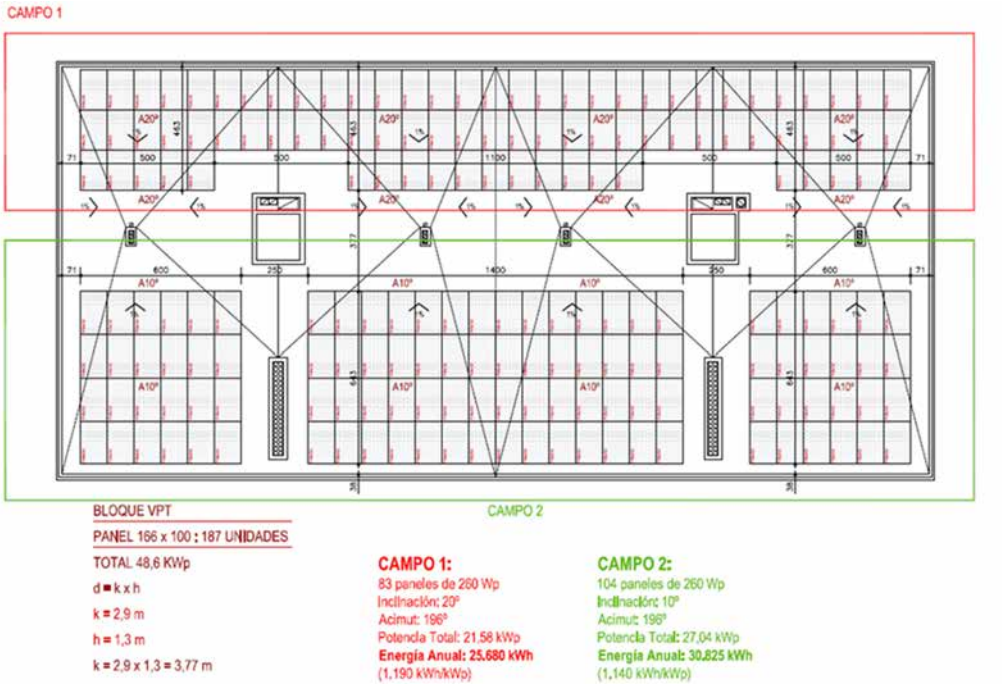


Figura 5. Instalación fotovoltaica en cubierta edificio VPT.

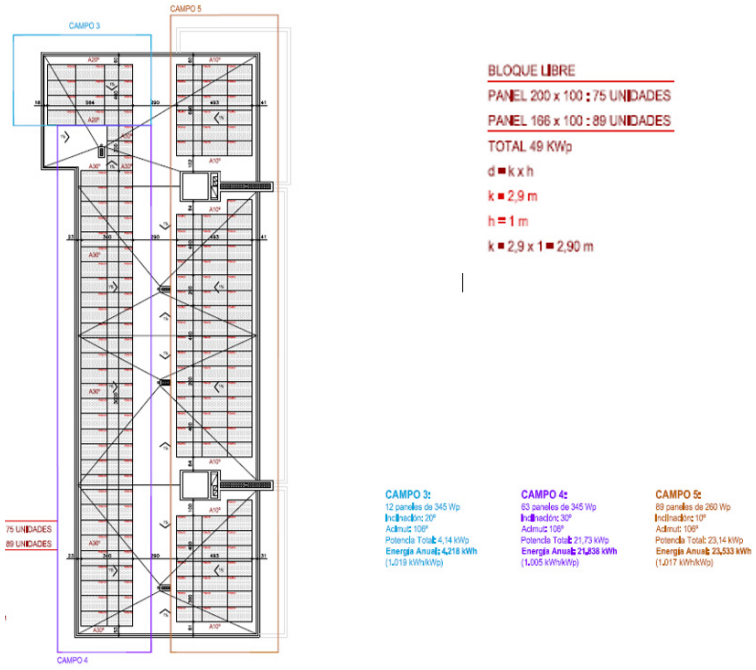


Figura 6. Instalación fotovoltaica en cubierta edificio viviendas libres.

Para asegurar la fiabilidad del sistema, sobre todo en condiciones muy adversas donde las bombas de calor podrían ver disminuida su capacidad de suministro, el sistema se refuerza con una caldera de gas natural de alta eficiencia, para satisfacer los picos de demanda en dichas situaciones.

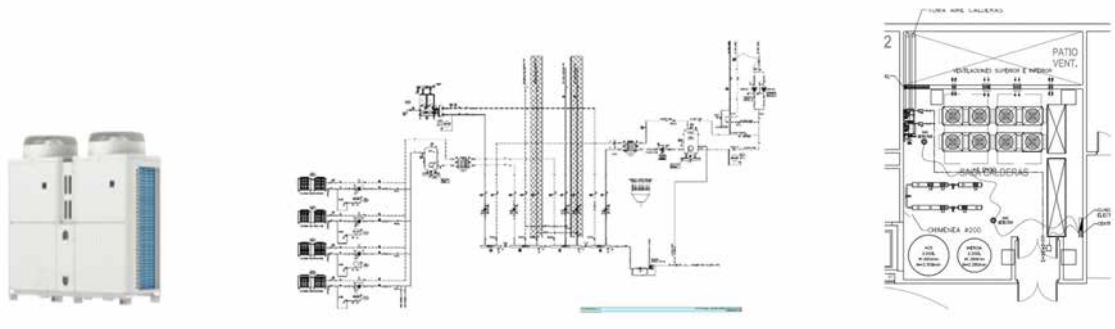


Figura 7. Bomba de calor, esquema de principio y sala de equipos.

CONCLUSIONES

Una vez simulado el edificio y analizados lo resultados se puede asegurar que esta nueva promoción, "DOMEÑO SOLARHAUS", se convertirá en pionera de los futuros edificios que cumplan el próximo CTE 2019, siendo el primer edifico de viviendas en altura de España que cumpla sobradamente los requisitos de esta nueva reglamentación, y uno de los primeros edificios de viviendas en altura de Europa con estándares de ZERO energía.

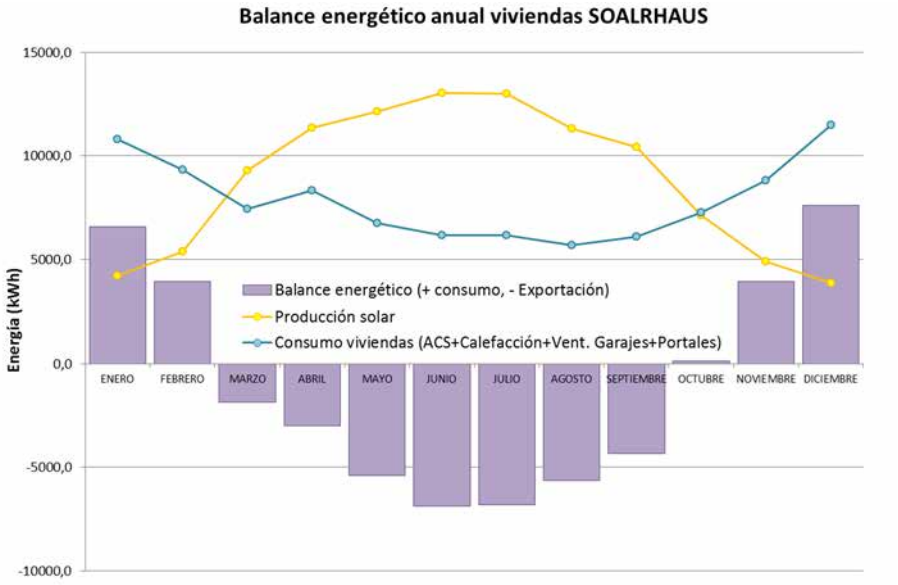


Figura 8. Balance energético anual.

AGRADECIMIENTOS

A todos los participantes en este proyecto que han estado en la sombra y que han hecho posible el proyecto como son:

- Técnicos del equipo de Construcciones Domeño, en especial a Javier Domeño por su visión
- Técnicos del equipo de arquitectos Tabuenca & Saralegui
- Técnicos del equipo de Naven Ingenieros
- Técnicos del equipo de CENER

LA IMPORTANCIA DEL CORRECTO USO DE LAS CARPINTERÍAS EN EL CONFORT TÉRMICO: EL CASO DEL EDIFICIO DE LA SEDE ADMINISTRATIVA DE LA ULPGC

Eduardo Martín del Toro, Investigador posdoctoral, Grupo de investigación "Arquitectura y paisaje", Universidad de las Palmas de Gran Canaria

Resumen: Que el correcto diseño y construcción de un edificio es fundamental de cara a conseguir unas condiciones higrotérmicas interiores adecuadas, con un mínimo consumo energético, es algo que todo el mundo conoce. Sin embargo, en ocasiones, el esfuerzo del proyectista no obtiene los resultados esperados debido a una utilización inadecuada del inmueble por parte de los ocupantes. Más concretamente, los elementos más débiles ante los ataques de los agentes climáticos y cuyo control directo está en manos de los usuarios son los que más peligro presentan ante un uso incorrecto, siendo éstos las carpinterías. Por ello, en la presente comunicación se exponen parte de los resultados obtenidos en el estudio realizado al edificio de la Sede administrativa de la ULPGC, donde los ocupantes sufrían situaciones de disconfort y se pretendía mejorar su ambiente térmico, pero únicamente por medio de estrategias pasivas, es decir, sin modificar o añadir nuevos equipos de climatización y donde una de las claves para obtener dicha solución fue educar a los trabajadores en el correcto uso de las carpinterías, en base a su orientación y a las condiciones climáticas del momento.

Palabras clave: Control de Huecos, Estrategias Bioclimáticas, Eficiencia Energética, Control Solar, Ventilación

INTRODUCCIÓN

A pesar de que la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) es una universidad joven (1989), cuenta con inmuebles de muy distintas antigüedades: desde edificios de reciente construcción, hasta otros cargados de historia, por los que se han sucedido diferentes usos.

Pero la gran mayoría de estas edificaciones fueron proyectadas antes de la entrada en vigor del CTE, primera normativa que realmente impone unas exigencias de confort y ahorro energético a los edificios canarios, puesto que su antecesora, la NBE CT-79 dejaba al archipiélago exento del cumplimiento de su punto más importante, el coeficiente de transmisión térmica global K_G del edificio.

En los últimos años, y a través de las imposiciones que han marcado las directivas europeas, las exigencias de confort que se han de cumplir en un objeto arquitectónico han aumentado exponencialmente, al mismo ritmo que las de reducción de los consumos energéticos asociados a las labores de acondicionar el ambiente interior, en lo que se ha venido a definir como los Edificios de Consumo Energético Casi Nulo (EECN).

Es por ello, que resulta imprescindible adaptar la gran mayoría de los edificios actualmente en servicio para mejorar sus -generalmente- malas condiciones de confort (Martín del Toro, 2019). Y, esta adaptación, debe además cumplir un requisito nuevo, ha de hacerlo eficientemente, consiguiéndolo con el menor consumo de energía posible y produciendo la menor contaminación. Esto implica que en primer lugar hay que considerar las estrategias pasivas de acondicionamiento y las posibilidades de actuación en ese sentido en los edificios a rehabilitar (Martín del Toro, 2018a).

Parece importante recordar que, en un entorno como Canarias, donde gran parte del archipiélago goza de unas temperaturas suaves, el empleo de estrategias de control pasivo sin la intervención de mecanismos ni energías artificiales conlleva a la obtención de las condiciones de confort -o al menos acercarnos a ellas-, con lo que el empleo y tiempo de funcionamiento de las medidas activas se reduce enormemente y con ello los consumos energéticos (Martín del Toro, 2017b).

La rehabilitación energética, por tanto, supone sin duda una extraordinaria oportunidad para incrementar la calidad del patrimonio edificado de la ULPGC y la calidad de vida de sus usuarios: estudiantes, personal docente e investigador, personal de administración y servicios, etc.

EL PROYECTO

Se recibe, por parte de la ULPGC, el encargo de la realización de un estudio bioclimático para la posterior propuesta de estrategias pasivas y de ahorro de energía, de cara a la ejecución de actuaciones de rehabilitación para la mejora

de las condiciones de confort interior, en un grupo de edificios de la ULPGC, situados en tres polos diferentes: el Campus de Tafira, el Campus de San Cristóbal y el área de la Sede. Uno de estos edificios es la Sede administrativa de la ULPGC.

El resultado del trabajo ha de ser una guía con una serie de recomendaciones o estrategias que permitan obtener el confort dentro del edificio, o conseguir unas condiciones próximas, en la mayoría de los momentos del año, únicamente por medio de estrategias pasivas, sin necesidad del empleo de equipos activos (Martín del Toro, 2017a).

Para ello, se pretende que las intervenciones realizadas exploten al máximo las posibilidades de los edificios existentes, conociendo sus características y estudiando una forma de uso racional, para -cuando sea necesario- completarlos con sistemas que no degraden el medio físico -como tecnologías blandas- mediante sistemas pasivos que no requieran aporte de energías. Todo ello buscando la mínima alteración en el aspecto estético del edificio con respecto al proyecto original.

Edificio de Servicios Administrativos

Es un edificio (Fig. 1) formado por tres módulos principales: el primero (módulo D), de acceso, es más bajo siguiendo la dirección norte-sur y los otros dos (módulos A y B), al sur del anterior y orientados casi perpendicularmente y con mayor altura. El primer módulo alberga un espacio de cinco alturas con un gran hall de cuádruple altura y espacios de oficinas. Los otros dos módulos albergan el grueso de los despachos y resto de espacios de servicio.

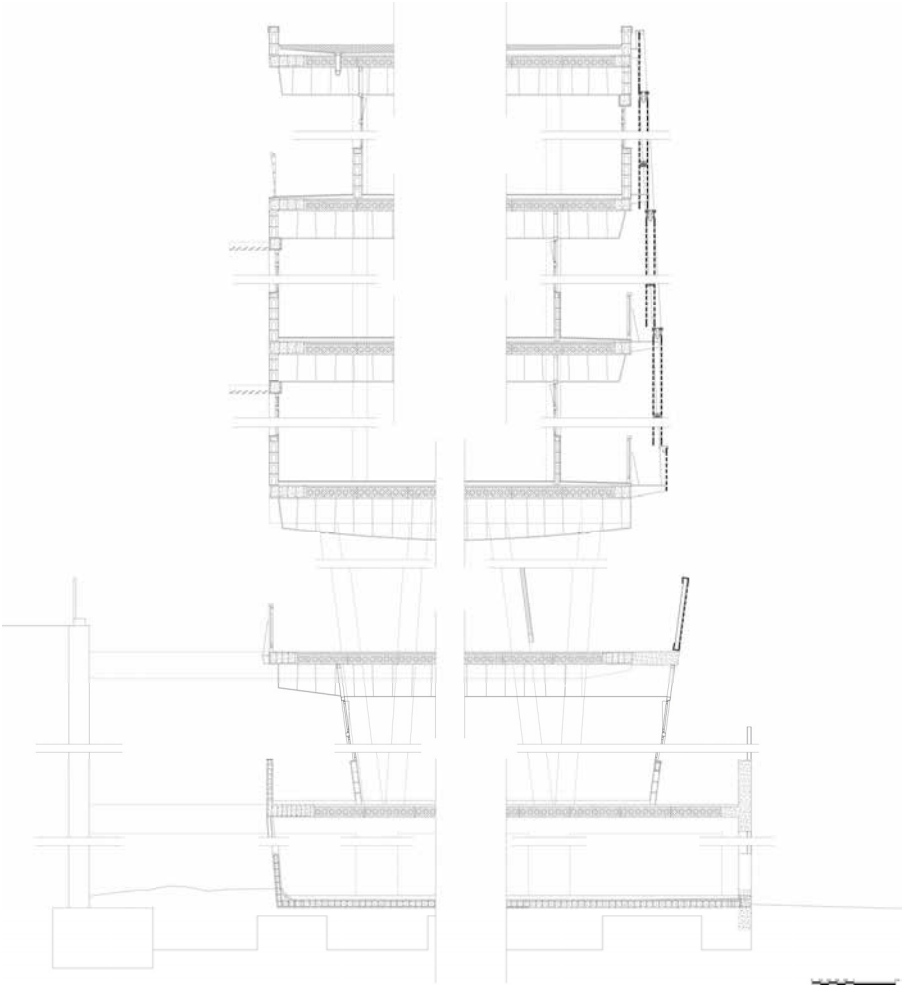


Figura 1. Sección constructiva del edificio de la Sede administrativa.

En cuanto a su funcionamiento, posee un horario habitual de 8 a 15 horas. En horario de tarde tiene un funcionamiento esporádico, pero a "puerta cerrada". Permanece cerrado de la 2ª a la 4ª semana de agosto. En Navidad y Semana Santa está una semana cerrado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el desarrollo del estudio, en primer lugar, se comenzó por analizar los condicionantes climáticos a los que tiene que enfrentarse el edificio a lo largo del año, por medio de los datos climatológicos de la zona, aportados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y del Instituto Tecnológico de Canarias (ITC). Estos valores son introducidos en los climogramas de Olgyay y Givoni, el climograma de bienestar adaptado y el diagrama de Isopletas, para establecer las estrategias de acondicionamiento pasivo (Martín del Toro, 2018b). Con los resultados obtenidos se genera una matriz que unifica valores y marca las primeras directrices a tomar.

En segundo lugar, otro aspecto a tener en cuenta, más en un territorio situado en latitud 28º norte, es la influencia de la radiación solar, de cara a conocer en qué momentos del día o del año, es necesario protegerse de ella y cómo, y cuándo captarla. Para ello se realiza un detallado análisis de las condiciones de soleamiento, estudiando el recorrido del sol a lo largo del año y la incidencia que tiene en cada una de las fachadas del edificio, sin olvidar la influencia de aquellos elementos, tanto propios como del entorno, que le puedan producir sombra. De dicho estudio, una vez conocida la posición del sol a lo largo del año, también se obtuvo las zonas de necesidades de sombra y se calcularon las máscaras de sombra para las orientaciones principales de cada una de las fachadas del edificio (Luxán García De Diego et. al, 2008).

En tercer lugar, una vez analizados los condicionantes del entorno se pasó a estudiar las características propias del edificio, analizando el comportamiento de la envolvente térmica, teniendo en cuenta el valor de transmitancia térmica de los sistemas constructivos que componen los principales elementos de la envolvente térmica: muros, cubiertas y elementos semitransparentes (huecos). A partir de su sección constructiva se analizaron las características de los materiales que configuran las distintas capas, tal como su densidad, conductividad, calor específico o espesor y se obtuvieron una serie de valores que nos indican cómo se comporta ese cerramiento, como son el coeficiente de transmitancia térmica (U), el amortiguamiento (fa) o el desfase (df) en muros y cubiertas; y la transmitancia térmica del marco y del vidrio (U), el factor de transmisión luminosa (Tl), el factor de transmisión energética (Te), el factor solar (g), la transmitancia térmica total del hueco (Ut), la absortividad del marco (α) y el factor solar modificado del hueco (Fs) en los huecos (Luxán García De Diego, 2009).

En cuarto lugar, y de cara a contrastar los resultados obtenidos de forma teórica con datos empíricos, se realizó una "Encuesta de condiciones de confort percibido en el interior de los edificios de la ULPGC" para conocer la sensación subjetiva general de las personas usuarias habituales del edificio como son los alumnos, el PDI, el PAS, etc. La información obtenida en estas encuestas ha sido complementada con entrevistas personales con el administrador del edificio y los propios usuarios, así como la recopilada en el trabajo de campo.

Por último, será imprescindible la monitorización de, al menos, los parámetros higrotérmicos -humedad relativa y temperatura- de cara a comprobar que las medidas empleadas mejoran suficientemente los problemas detectados, al tiempo que hace posible la realización de reajustes posteriores.

RESULTADOS

El edificio de la Sede administrativa está fuertemente marcado por sus huecos, dado el alto porcentaje de la envolvente que suponen. Por tanto, su influencia va a ser crucial de cara al correcto comportamiento térmico del conjunto de la envolvente, por lo que su tratamiento hubo de ser estudiado con especial cuidado.

Con respecto a su comportamiento térmico, este edificio cuenta con dos problemas principales: la mala orientación de muchos de sus despachos -que orientados al sur sufren de sobrecalentamiento, al tiempo que los corredores que les dan servicio lo hacen al norte, siendo muy ventosos- y el mal uso que se hace de los elementos móviles de los huecos (puertas, ventanas, persianas, etc.) por parte de los usuarios del edificio, en lo que nos centraremos a continuación.

El ejemplo más significativo de inadecuado uso de las carpinterías por parte de los usuarios en el edificio de Servicios Administrativos de la ULPGC se presentaba (Fig. 2) en los despachos orientados al sur, donde se abrían las ventanas batientes de los huecos de la fachada sur, favoreciendo la entrada de la radiación solar, debido a que las persianas de

protección se encuentran integradas en la propia hoja de las carpinterías, quedando inutilizadas cuando éstas se abren. Por otro lado, permanecen cerrados los huecos de la fachada norte lo que impide que se produzca ventilación cruzada, siendo ésta por tanto muy escasa y únicamente en las zonas próximas a la fachada sur, y cuando se abre la puerta de acceso al pasillo se producen fuertes corrientes de aire debido al gran tamaño de los huecos que, en ese momento, se encuentran abiertos en fachadas enfrentadas.

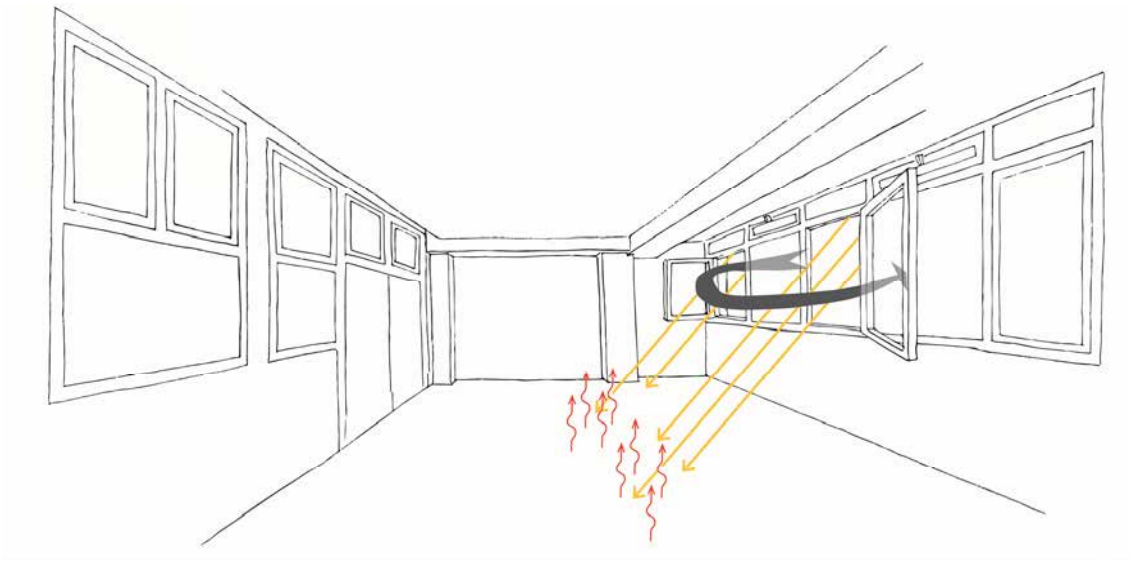


Figura 2. Situación general del funcionamiento de los huecos de los despachos.

El correcto uso de las carpinterías (Fig. 3) se realiza mediante la apertura de los ventanucos superiores oscilantes en ambas fachadas, lo que permitiría una ventilación cruzada controlada y situada por encima de las cabezas, lo que elimina las molestias mientras que las ventanas permanecen cerradas e impiden, con sus persianas, la entrada de la radiación solar.



Figura 3. Propuesta de correcta organización de apertura de huecos.

Otro ejemplo de mal uso de las posibilidades que permiten las carpinterías es el caso del servicio de informática (Fig. 4). El primer error en esta ocasión y que conduce al resto de los problemas es la distribución del mobiliario, con las mesas de los ordenadores en paralelo a las paredes en donde se encuentran las ventanas con el personal sentado de espaldas a ellas, lo que obliga a tener en todo momento las persianas bajadas y la luz encendida para evitar deslumbramientos, incluso las de la fachada norte. Por otro lado, la ventilación cruzada se produce por medio de las ventanas principales oscilo-batientes lo que genera corrientes de aire y los consiguientes conflictos entre el personal.

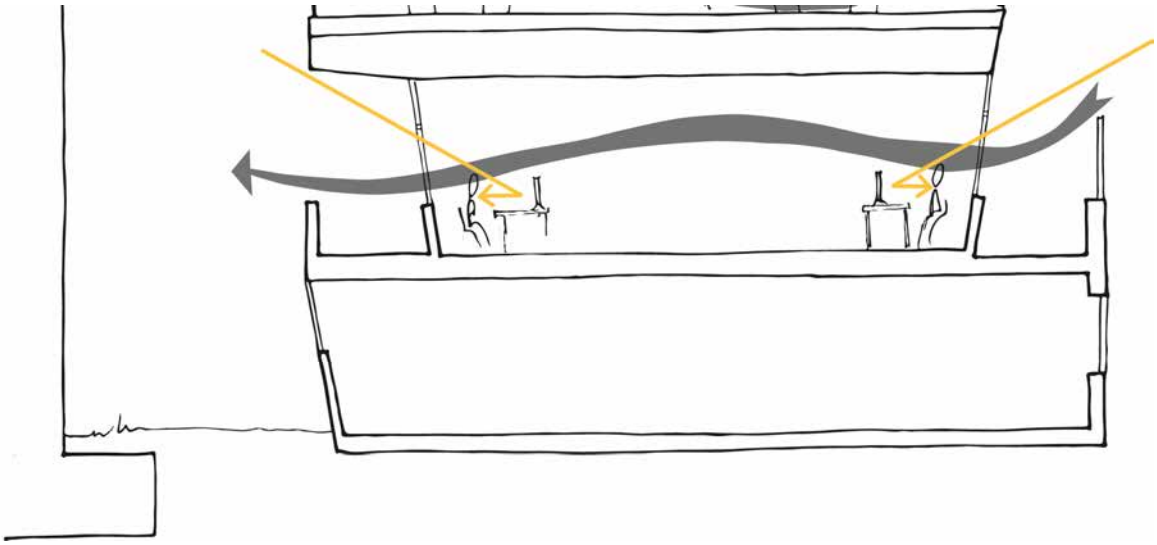


Figura 4. Situación del funcionamiento de los huecos en el servicio de informática.

En su caso, habría que disponer las mesas perpendiculares a las fachas longitudinales de la sala, de tal forma que la luz no le llegue por detrás al personal sino por un lado, preferiblemente por la izquierda para los diestros y al contrario para los zurdos, con lo que se reduce la posibilidad de deslumbramiento (Fig. 5). Ya entonces se podrían abrir las persianas, al menos las que dan a la fachada norte, permitiendo la entrada de luz difusa que proporciona esa orientación, reduciendo la demanda de luz artificial. En cuanto a la ventilación se debe realizar mediante los ventanucos superiores que, al estar elevados y ser de menor tamaño, permiten una ventilación moderada sin incidir directamente sobre el personal.

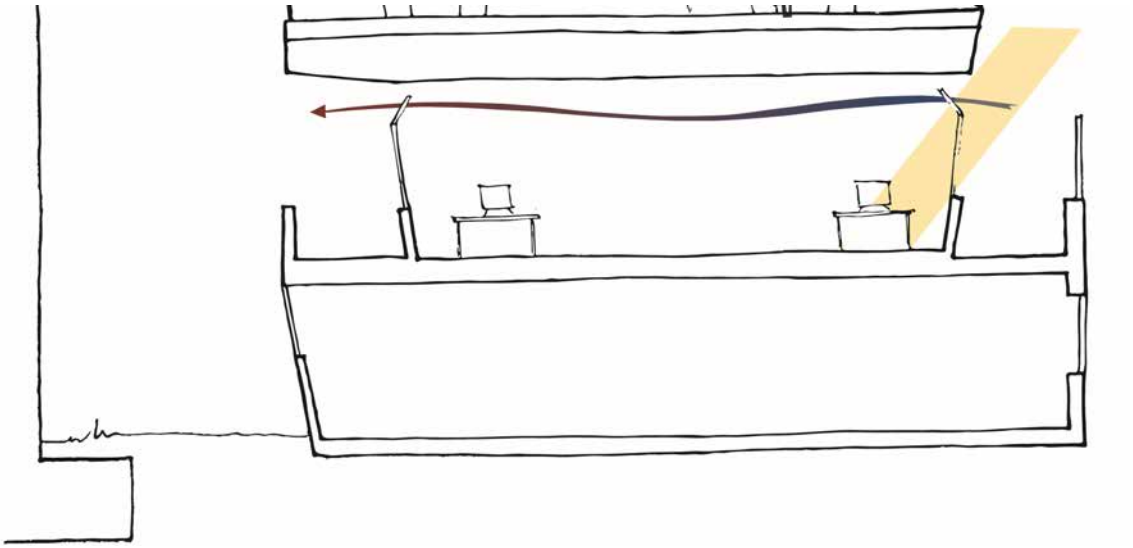


Figura 5. Propuesta de correcta organización de apertura de huecos en el servicio de informática.

En temporada de invierno, se pueden regular las persianas de los huecos de la fachada sur para permitir la entrada de la radiación solar, de forma moderada, evitando deslumbramientos y así aprovecharse de la energía solar para calefactar el espacio de forma pasiva.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Como se ha visto, es posible mejorar las condiciones de confort de un edificio con una serie de intervenciones estratégicas, de bajo coste en relación a los resultados que se obtienen. Pero para ello es necesario, previamente, la realización de un estudio bioclimático completo del inmueble, en relación con el ambiente que le rodea, tanto exterior -condicionado por el clima-, como el interior -en relación con los usos que se desarrollan-.

Por tanto, podemos determinar que el conocimiento de las estrategias bioclimáticas es de vital importancia para los técnicos relacionados con el proceso constructivo. La arquitectura diseñada mediante estrategias bioclimáticas es la más capacitada para garantizar el cumplimiento de los estándares de los EECN, diseñados desde un punto de vista sostenible, al tiempo que es imprescindible en el proceso de rehabilitación energética, de cara a mejorar las condiciones de confort interior del inmueble rehabilitado impidiendo que en la intervención se puedan desencadenar problemas o consecuencias inesperadas, incluso contrarias a las intenciones que se formulaban desde el proyecto, tanto para el propio inmueble como para los usuarios del mismo.

En este sentido, la forma como se utiliza un edificio tiene una gran repercusión en conseguir o no unas condiciones internas de confort. La más característica de estas acciones es la que se refiere al control de huecos y sus elementos de filtros: ventanas, persianas, cortinas, estores, etc., por lo que instruir a los usuarios del edificio en el correcto uso de las posibilidades que les ofrecen dichos elementos puede ser vital para acercarnos al máximo confort, únicamente por medio del empleo de medios pasivos.

REFERENCIAS

- Luxán García De Diego, M., 2008. Estado actual de la piel de la edificación. En: Moya González, L. Convenio de colaboración entre la fundación de la energía de la Comunidad de Madrid, la Universidad Politécnica de Madrid y la Escuela Superior de Arquitectura de Madrid, para la realización de una auditoría energética y un proyecto básico para la mejora de la eficiencia energética en la edificación de la ETSAM. Tomo I, Madrid: Consejería de Economía e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid.
- Luxán García De Diego, M., Vázquez Espí, M., Gómez Muñoz, G., Román López, E. y Barbero Barrera, M., 2009. Actuaciones con criterios de sostenibilidad en la rehabilitación de viviendas en el centro de Madrid. Aplicación para los barrios de Hortaleza, Jacinto Benavente, Lavapies, Chamberí, Justicia, Sol, Tetuán, Palos de Moguer, Arganzuela, y Areas de Salamanca y Goya. Madrid: Convenio de la Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid con la Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid. ISBN: 978-84-935719-8-6.
- Martín del Toro, E., 2017a. "Estudo do comportamento bioclimático de um imóvel antes da sua reabilitação", en Costa, A., Velosa, A., Tavares, A., Congresso da Reabilitação do Património (CREPAT). Universidade de Aveiro – Departamento de Engenharia Civil, Aveiro.
- Martín del Toro, E., 2017b, "Diseño de EECN para las condiciones particulares de Canarias" en Libro de comunicaciones: IV Congreso de Edificios de Energía Casi Nula (EECN), Grupo Tecma Red S.L. Madrid.
- Martín del Toro, E., 2018a, "El papel del usuario en los edificios de energía casi nula" en Libro de comunicaciones: V Congreso de Edificios de Energía Casi Nula (EECN), Grupo Tecma Red S.L. Madrid.
- Martín del Toro, E., 2018b, Los diagramas bioclimáticos, Sustentable & Sostenible [online] https://blog.deltoroantunez.com/2018/12/los-diagramas-bioclimaticos.html (5 diciembre 2018)
- Martín del Toro, E., 2019, Relación entre eficiencia energética y confort, Sustentable & Sostenible [online] https://blog.deltoroantunez.com/2019/06/relacion-entre-eficiencia-energetica-y-confort.html (3 junio 2019)

COMPORTAMIENTO DE ESPACIO FUTURA, EDIFICIO CERTIFICADO PASSIVHAUS, EN CONDICIONES ATMOSFÉRICAS EXTREMAS DE CALOR FRÍO Y VIENTO, DURANTE SU PRIMER AÑO DE VIDA

Daniel Morales Gorostiza, Responsable prescripción, VEKAPLAST IBÉRICA
Javier Pastor, Methods & Engineering Manager, VEKAPLAST IBÉRICA

Resumen: Espacio Futura es un edificio singular construido en 2018 por VEKA, para la investigación, desarrollo e implementación de tecnologías de construcción sostenibles. El edificio está situado en Burgos zona climática E1 a 861 m sobre el nivel del mar, según CTE. Fue inaugurado en febrero de 2018 y certificado Passivhaus por el Instituto Passivhaus. El edificio está totalmente domotizado y se disponen de datos energéticos y de calidad del aire que analizaremos en esta comunicación, con el objetivo de dar a conocer y divulgar el concepto de edificio Pasivo.

Palabras clave: Edificio Passivhaus, Monitorización, Confort, Eficiencia Energética

INTRODUCCIÓN PRINCIPIO CONSTRUCTIVO ESPACIO FUTURA

La construcción del edificio se basa en los 5 principios del Passivhaus:

1. Excelente aislamiento térmico.
2. Puertas y ventanas de altas prestaciones. Softline 82 de VEKA.
3. Control de puentes térmicos.
4. Hermeticidad del edificio.
5. Ventilación mecánica con recuperación de calor.

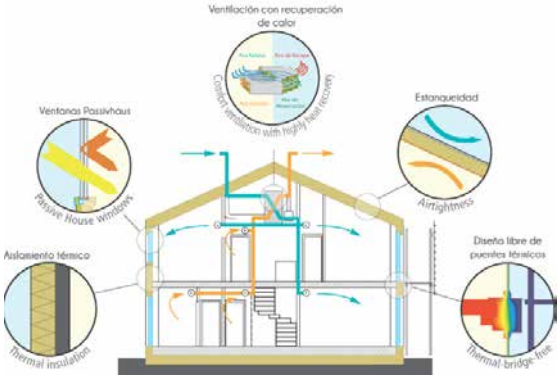


Figura 1. Los 5 pilares del Passivhaus.

Espacio futura no dispone de calefacción ni de refrigeración, está orientado en su fachada principal al sur, para mayor ganancia solar, dispone de estores para protección solar así como de un sistema de ventilación forzada.

El edificio está totalmente monitorizado y dispone de sensores de temperatura interior y exterior y de humedad relativa del aire durante las 24 horas del día y los 365 días del año. De esta forma hemos analizado el funcionamiento de Espacio Futura ante las adversas condiciones climáticas de Burgos durante el primer año de vida, con máximas de 40 º y mínimas de -6º. Mientras que en el interior del edificio la temperatura oscila entre 21 y 26 ºC, con un gradiente de temperatura diaria interior máximo de 2,6ºC.

Aire fresco y limpio en todo el espacio. Control de temperatura, entre 21 y 26 ºC, humedad relativa entre 600-1000 ppm, todo ello con reducidos costos de calefacción y refrigeración.

DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El edificio está situado en Burgos en la calle López Bravo 58. Latitud: 42.35 | Longitud: -3.63 | Altitud: 894 m. Consta de dos edificios una sala de formación y un hall insertado en el edificio, dos aseos vestíbulo y office.

La superficie total son 156,47 m2, con una altura interior de 4,85 m. El edificio más pequeño está girado 13º sobre el principal. La fachada principal está orientada al sur para aprovechar la ganancia solar.

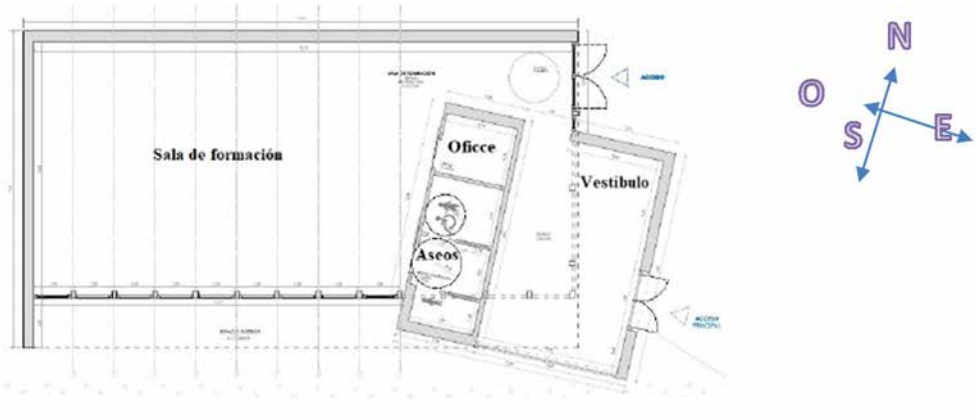


Figura 2. Distribución en planta Espacio Futura.



Figura 3. Exterior Espacio Futura.



Figura 4. Imagen interior Espacio Futura.

COMPOSICIÓN Y TRANSMITANCIA DE LA ENVOLVENTE

Muro de fachada

Muro compuesto por SATE con revestimiento acrílico y planchas de aislamiento de poliestireno expandido, panel técnico, aislamiento de lana mineral entre estructura, panel técnico y acabado interior con doble placa de cartón yeso con lana de roca en su interior. U-Wert = 0.14 W/(m2K).

Composición y transmitancia de cubierta

Cubierta plana no transitable, con impermeabilización a base de lámina EPDM, aislamiento de planchas de polestireno extruido, panel técnico, rastrel y acabado interior de placas de cartón yeso.

U-Wert = 0.17 W/(m2K)

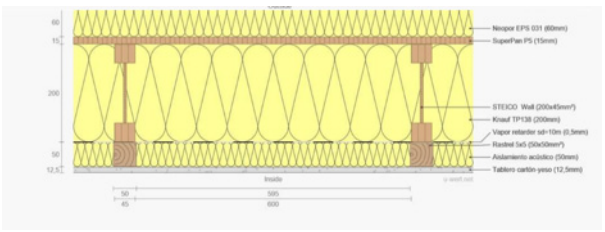


Figura 5. Detalle muro exterior.

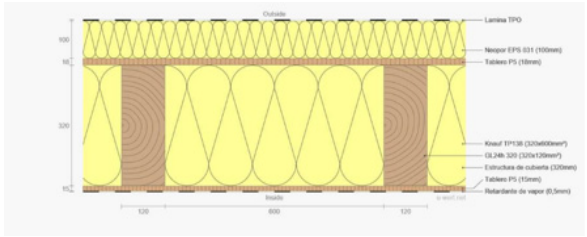


Figura 6. Detalle cubierta.

Forjado

El forjado estás formado por una placa de hormigón armado de 350 mm de espesor. En la parte inferior consta de una capa de grava de 200 mm sobre terreno compacto, una lámina de polietileno, una lámina de hormigón de limpieza de 100 mm, aislamiento de poliestireno expandido de 200 mm y acabado en la placa de hormigón pulida. Transmitancia 0,17 W/(m2K).

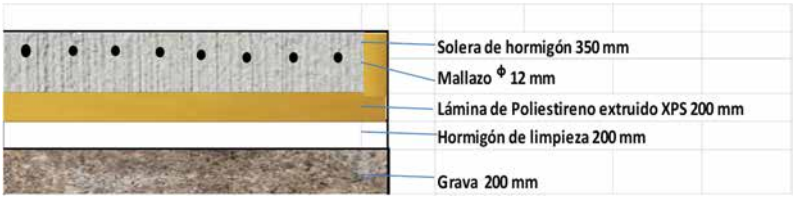


Figura 7. Detalle de forjado.

Este suelo tiene gran inercia térmica, acumulando calor cuando hay exceso y disipando al disminuir la temperatura ambiente. Según la definición del RITE, el confort térmico se consigue al tener los pies calientes y la cabeza fría.

Muro cortina fachada -Carpinterías Softline 82 de VEKA, vidrio, valor g, valores U

Carpintería de PVC VEKA, serie SOFTLINE Junta Central de 82 mm. Los perfiles principales son multicámaras, con espesor en paredes exteriores superiores a 2,8 mm. “Clase A”, resistencia a Impacto “Clase II” y Clasificación clima “Severo” según norma UNE-EN: 12608). U w = 1 W/(m2K), U g-Wert = 0.55 W/(m2K).

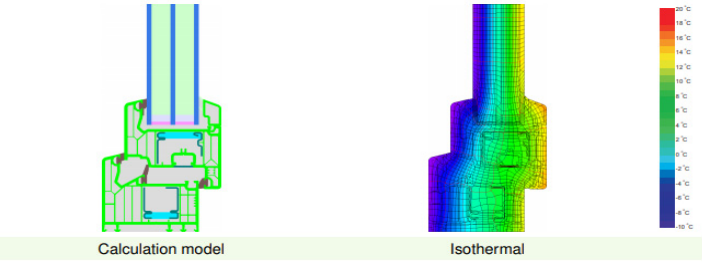


Figura 8. Termografía Softline 82.

Vidrios

Consta de un triple acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS® se compone varios vidrios. Los vidrios van separados entre sí por un perfil separador Chromatec ultra. Entre los vidrios queda delimitada una cámara de aire seca y estanca compuesta por aire y gas argón al 90%.

Guardian ClimaGuard 3+3.1 premium/18 argón 90%/4/18 argón 90% /3+3.1 premium

Guardian ClimaGuard 4+4.premium/16 argón 90%/4/16 argón 90% /4+4.1

Sistema de ventilación, características, eficiencia, otros datos

Consta de un sistema de ventilación forzada con recuperador de calor, Zehnder, ComfoAir Q600, con un rendimiento de un 90%. Con este sistema se obtienen los mejores valores de térmicos, una mejor recuperación del calor y un consumo de energía especialmente bajo. Los conductos interiores están aislados con una distribución en estrella.

Otros elementos reseñables

El edificio está domotizado con sistema KNW de gestión inteligente, para conseguir una mayor comodidad y eficiencia. Cuenta con un sistema de protección solar mediante estores motorizados automáticos que actúan en función de la ganancia solar del edificio y ventanas de apertura automática con ventilación cruzada.

Datos del certificado Passivhaus Espacio Futura

Calidad del edificio			Este edificio		Criterios	Criterios alternativos
Calefacción						
	Demanda de calefacción	[kWh/(m²a)]	9	≤	15	-
	Carga de calefacción	[W/m²]	17	≤	-	10
Refrigeración						
	Demanda refrigera. & deshum.	[kWh/(m²a)]	8	≤	15	15
	Carga de refrigeración	[W/m²]	10	≤	-	11
Hermeticidad						
	Resultado ensayo presión (n_{50})	[1/h]	0.4	≤	0.6	
Energía Primaria renovable (PER)						
	Demanda PER	[kWh/(m²a)]	53	≤	60	60
	Generación (referencia: huella proyectada)	[kWh/(m²a)]	0	≥	-	-

Figura 9. Datos certificado Passivhaus.

ANÁLISIS DE DATOS DE TEMPERATURA DURANTE EL PRIMER AÑO DE VIDA

En Burgos, los inviernos son largos, muy fríos y ventosos, los veranos son cortos, calientes, secos y mayormente despejados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de -1 °C a 27 °C y rara vez baja a menos de -6 °C o sube a más de 38 °C. Suelen ser frecuentes las nevadas copiosas, prolongándose incluso hasta muy entrada la primavera.

EF, dispone de estación meteorológica propia que mide las temperaturas en las dos salas interiores, sala principal y vestíbulo, además de la temperatura en el exterior del edificio. El uso de EF, es variable, los fines de semana y por la noche está desocupado y habitado generalmente durante el día, estando desocupado los fines de semana. El uso es muy diferente al de una vivienda convencional, por lo que la aportación de calor corporal es limitada.

Hemos seleccionado dos días en las estaciones de invierno, 13/2/19, y de verano 16/6/2.10.

Temperatura día 13/02/19

El día 13 EF estuvo ocupado desde las 9:00 hasta las 18:00, sin calefacción. La temperatura en exterior a las 8:00 fue de -3,5ºC, y la máxima exterior de 13,4 ºC a las 18:00 h. En el interior, la temperatura media fue de 21,72ºC, con máxima de 23,65ºC a las 18:00 h.

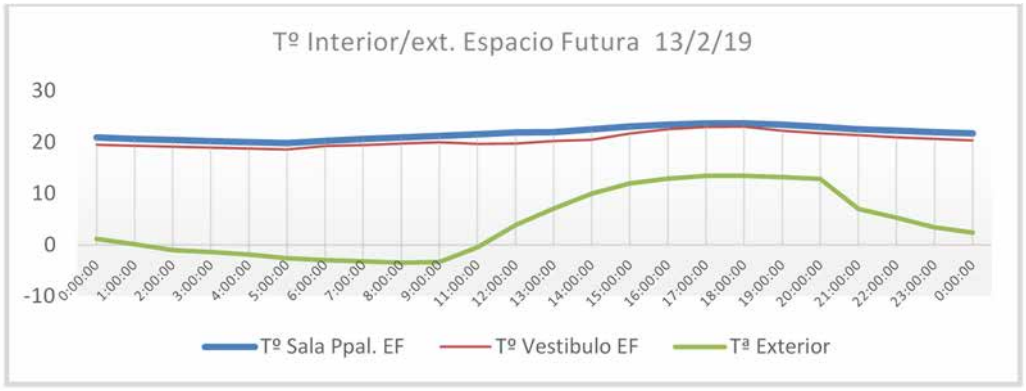


Figura 10. Curvas de temperatura 12-02-19.

Análisis día 17/6/19

El día 16 de Julio EF estuvo ocupado desde las 9:00 hasta las 18:00, sin refrigeración. La temperatura en exterior a las 7:00 fue de 9 ºC, y la máxima exterior de 31,7 ºC a las 18:00 h. En el interior, la temperatura media fue de 21,72ºC, con máxima de 23,65ºC a las 18:00 h, la temperatura media fue de 24,95ºC.

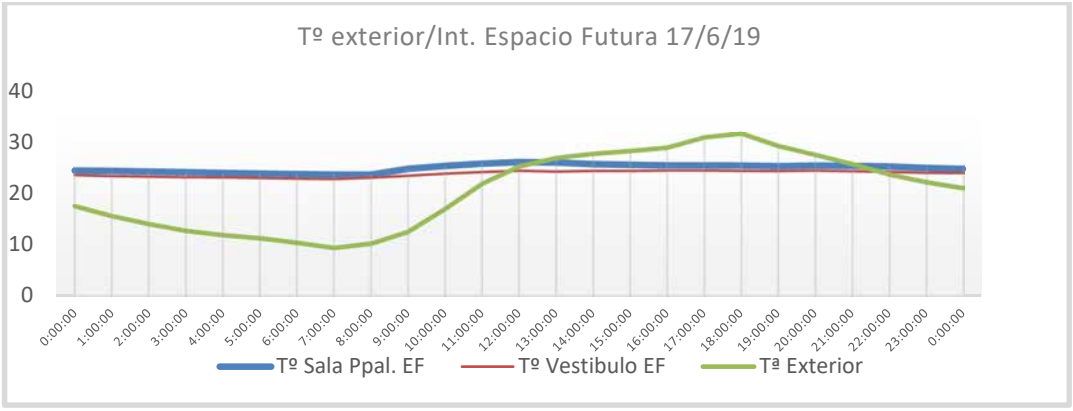


Figura 11. Curvas de temperatura 17-06-19.

Hemos analizado las temperaturas desde febrero 2.018 hasta la actualidad. La temperatura más alta registrada fue de 36.6°C el día 6 de agosto y la temperatura más baja registrada fue de -8°C el día 24 de febrero. La variación media de temperatura del edificio durante un día son 2,75 ºC, manteniéndose la temperatura siempre constante entre 21 y 26 ºC. Con los datos obtenidos se aplicarán medidas de corrección para mejorar los parámetros de confort interiores.

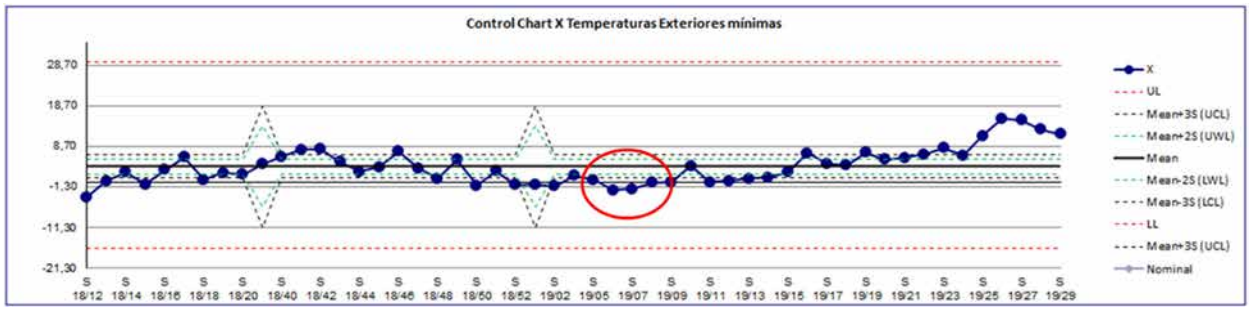


Figura 12. Estudio Tª Ext.Mínima EF, febrero 2019.

	L	M	X	J	V	Media por semana	Media total
S06	22,05	22	21,95	22	22,9	22,18	22,96
S07	22,87	23,1	23,671	23,8	22,7	23,22	
S08	22,8	22,4	23,3	24,95	24,01	23,49	

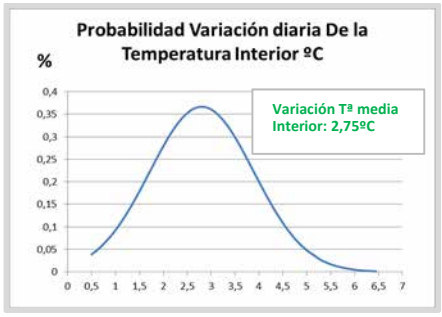


Figura 13. Temperaturas máximas interior EF, febrero 2019.

En estas semanas condiciones tan adversas en las que la tª media mínimas medias del exterior fueron de -1,32 ºC, la media total del interior fue de 22,96 ºC.



Figura 14. Imagen exterior edificio Espacio Futura.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al departamento de Ingeniería de la Escuela Politécnica Superior de Burgos, y a los profesores D Eduardo Atanasio Montero y D. Raúl Briones Llorente, que están colaborando en la realización de un estudio comparativo entre programas de cálculo de eficiencia energética del CTE, PHPP confrontándolos con los datos reales obtenidos por VEKA en Espacio Futura.

DIGITAL TWIN DEL EDIFICIO BASADO EN BIM ORIENTADO A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y MANTENIMIENTO PREDICTIVO DEL EDIFICIO

Jose Manuel Olaizola Martija, Responsable de la Plataforma Construcción Digital, Tecnalia Research and Innovation
Rosa San Mateos Carreton, BIM Manager, Tecnalia Research and Innovation

Resumen: El Digital Twin o Gemelo Digital del edificio es un modelo digital completo del edificio (creado bajo metodología BIM), que refleja de forma fidedigna y en tiempo real cualquier actividad que se produzca en el edificio. Conforma un sistema híbrido (físico & digital) que permite aplicar algoritmos avanzados de mantenimiento predictivo y gestión eficiente de la generación y consumo de la energía del edificio. El Gemelo Digital nace con el diseño del propio edificio, evoluciona en forma de sucesivos prototipos de Digital Twin durante la construcción y se consolida para la explotación del edificio. El Gemelo Digital de edificio permite la abordar el edificio de una forma holística (instalaciones térmicas, soluciones arquitectónicas, equipamiento, etc.), así como de sensorica IoT del edificio, integrando toda la información con un entorno de inteligencia artificial y Big Data, que permite una gestión más eficiente y optimizada en la fase de operación del edificio.

Palabras clave: Digital Twin, BIM, Mantenimiento Predictivo, Eficiencia Energética, Gemelo Digital

INTRODUCCIÓN

Según la agencia internacional de la energía, los edificios son los responsables del 30% del consumo energético global y del 28% de las emisiones de CO2 [1]. Además, se señala que el consumo energético y el mantenimiento de los edificios son las principales partidas de gasto que tienen que tramitar los propietarios de un edificio.

Una gestión inteligente y automatizada de las instalaciones de un edificio, puede suponer un ahorro de hasta el 40% en el consumo energético del mismo. Si a esto añadimos un mantenimiento predictivo y una estrategia de servicio proactivo en el edificio, puede suponer hasta un 20% más de ahorro energético, en comparación con la filosofía tradicional de “esperar hasta que se rompa” [2].

A fin de lograr estos objetivos es necesario analizar el edificio de una forma holística, en la que se analice, desde los procesos que se dan en el edificio, hasta el rendimiento de las instalaciones del mismo. En este contexto nace el concepto de Digital Twin del Edificio orientado a la eficiencia energética y mantenimiento predictivo.

El Digital Twin de un edificio se trata de un modelo virtual de un edificio, alimentado por una cantidad masiva de datos, que genera el propio edificio y su entorno, a lo largo del ciclo de vida de este. Las especificaciones del edificio, el diseño, las características técnicas y el mantenimiento de este están recogidos en el Digital Twin. [3]

DIGITALIZACIÓN DEL EDIFICIO

La digitalización del edificio es el primer paso que ha de abordarse en la creación del Digital Twin del edificio. Esta digitalización ha de realizarse a fin de lograr una gestión operativa integrada, eficiente y avanzada del mismo. Hoy en día la Metodología BIM permite la generación de modelos geométricos y de información que representan de forma fidedigna la complejidad arquitectónica y de sistemas de un edificio.

Esta digitalización del edificio tiene que tener tres características fundamentales, debe ser integrada, eficiente y avanzada para poder desarrollar un Digital Twin que permita afrontar los retos complejos a los que se enfrentan los operadores y propietarios de los edificios en los ambiros de la eficiencia energética y el mantenimiento predictivo.

Integrada

Una gestión integrada de un edificio en cualquiera de sus fases del ciclo de vida, requiere que la información dinámica y multidisciplinar existente en un edificio, se encuentre estructurada, en un único modelo de información geométrica y de datos (modelo BIM), donde se integren los diferentes servicios del edificio:

- Sistemas de calefacción y climatización
- ACS y distribución de Suministro de agua
- Sistema de Iluminación
- Consumo energético de las diferentes fuentes de energía disponibles en respuesta a la demanda
- Control y mantenimiento de ascensores

- Control de acceso y seguridad
- Sistemas anti-incendio y evaluación
- Gestión de Parking
- Gestión de recarga de vehículo eléctrico
- Etc.



Figura 1. Esquema de gestión integral del Edificio.

Eficiente

Se debe evolucionar hacia un sistema en el que los diferentes servicios de un edificio, estén centralizados en un modelo digital del edificio, en el cual se pueda ver reflejado en tiempo real, la situación de todos los sistemas del edificio de forma simultánea y permita al gestor la actuación sobre los problemas detectados de forma holística, intuitiva y eficiente.

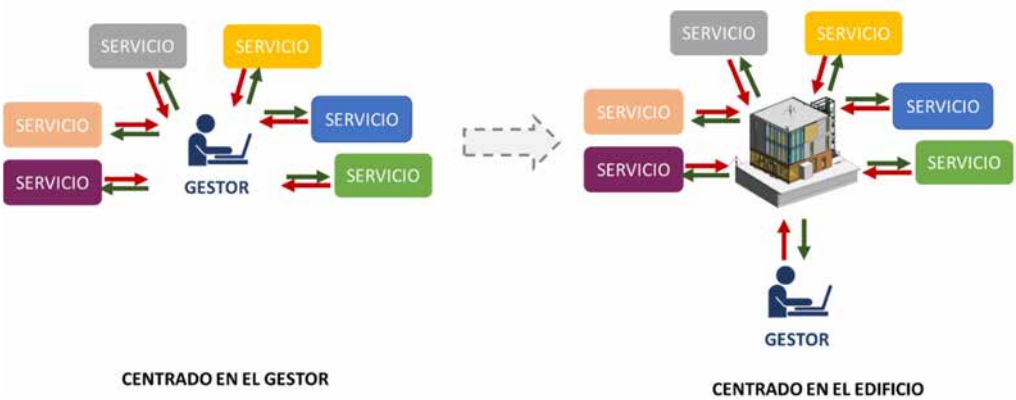


Figura 2. Modelo eficiente de Gestión.

Avanzada

La existencia de este modelo integral y eficiente permite al gestor del edificio contar con una herramienta digital para la monitorización y operación del edificio en tiempo real, a fin de realizar una gestión energética eficaz, una optimización de los procesos que se producen en el edificio y un mantenimiento predictivo de los sistemas existentes en el mismo.



Figura 3. Modelo Avanzado de Gestión de Edificios.

A fin de dotar al edificio de una solución cognitiva que permita lograr esta integración eficiente y avanzada de los sistemas del edificio, es necesario contar con una arquitectura flexible que permita tanto la integración de los equipos de sensorización y control del edificio (IoT, PLCs, etc.) como los sistemas de análisis avanzado de la información adquirida por ellos (Big Data, Inteligencia Artificial).

GESTIÓN ENERGÉTICA EN EL GEMELO DIGITAL

El Gemelo Digital del edificio permite en el ámbito de la eficiencia energética, mediante la monitorización de los estados de operación, subsistemas y componentes de este, la visualización en tiempo real de los consumos que se producen en un edificio, y las condiciones de confort de este. La visualización mediante el Digital Twin se consigue de una forma amigable y contextualizada en el contorno de acción del edificio.

Además, permite realizar las operaciones de actuación en los sistemas del edificio de forma intuitiva, actuando en el edificio virtual como si del real se tratará. Es posible ejecutar procesos de puesta a punto y commissioning de forma eficiente y contextualizada, comprobando en tiempo real la respuesta de los sistemas y la nueva situación del edificio generada por la operación gestionada.

Estas órdenes de actuación pueden ser enviadas al edificio tanto de forma manual en base a la decisión experta de un gestor o automatizadas, fundamentadas en modelos térmicos, analizados en base a simulaciones aplicadas sobre el propio Gemelo Digital.

La aplicación de motores de simulación, basados en la información integrada en el propio Gemelo Digital, permite el análisis de los escenarios de consumos energéticos, la evaluación de la seguridad y confort del edificio; y junto con los datos meteorológicos y el uso del edificio en tiempo real, es posible identificar las ordenes de actuación que optimizan los consumos del edificio.

Estos motores de simulación permiten realizar un ajuste continuo de los sistemas de climatización, ventilación y envolvente dinámica del edificio a fin de garantizar el confort térmico de sus residentes y la eficiencia energética del edificio.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO EN EL GEMELO DIGITAL

Como se ha indicado con anterioridad, un mantenimiento predictivo adecuado de un edificio puede reportar un ahorro en costes del orden de un 20%.

El Gemelo Digital contribuye a conseguir un importante ahorro en los costos de mantenimiento, al permitir el desarrollo de sistemas de mantenimiento predictivo. Esta replica virtual del edificio real, facilita en primer lugar la identificación en tiempo real de los problemas que se dan en el edificio, en segundo lugar realizar un análisis avanzado de los mismos, ya que se dispone de toda la información necesaria en el propio Gemelo Digital ,en tercer lugar, planificar las acciones de ejecución más adecuadas, y finalmente validar el resultado de las operaciones llevadas a cabo

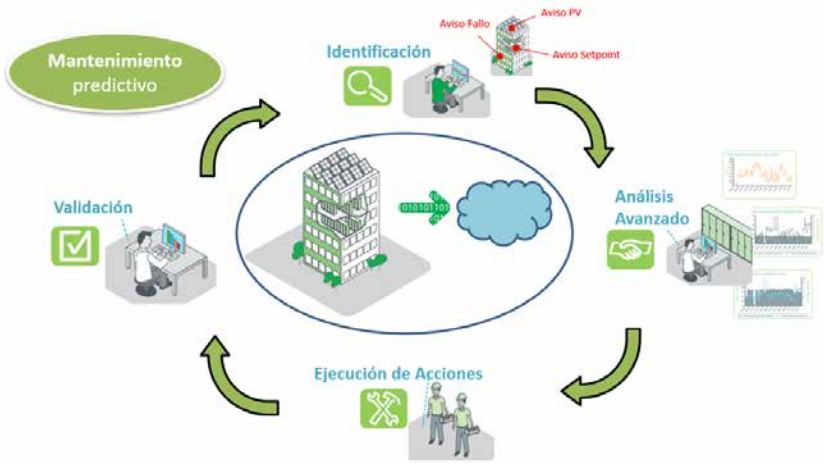


Figura 4. Schneider. Building Analystics. aFDD.

La información que se centraliza en el Gemelo Digital del edificio conectada y organizada a una arquitectura de Big Data e Inteligencia Artificial, permite la aplicación de algoritmos de mantenimiento predictivo y eficiencia energética.

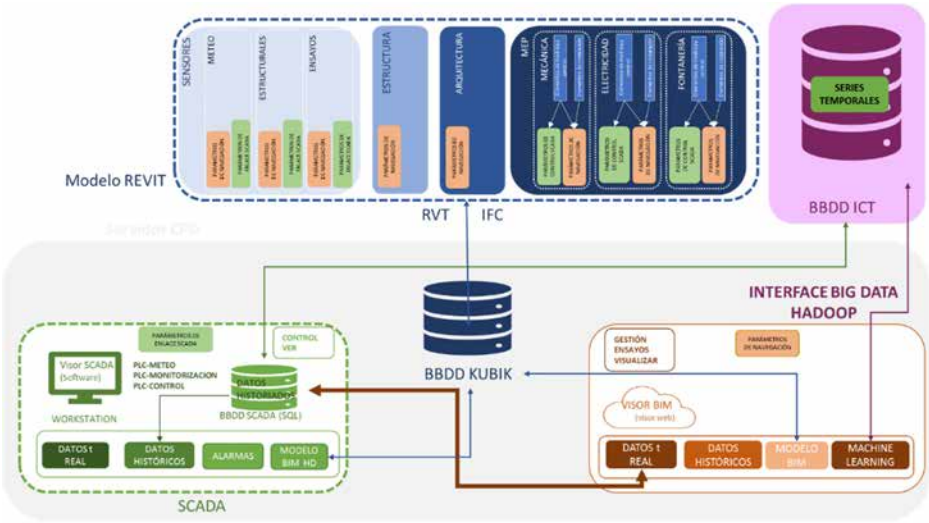


Figura 5. Arquitectura Tecnalia de Digital Twin de Edificio.

KUBIK 4.0, DIGITAL TWIN DE EDIFICIO

La solución descrita se ha validado en un Edificio real, para lo cual Tecnalia ha implantado la arquitectura del gemelo digital del edificio en un edificio real, Kubik.

KUBIK nació hace 10 años, como una infraestructura experimental creada para el desarrollo de nuevos conceptos, productos y servicios orientados a la mejora de la eficiencia energética, la seguridad, la calidad de vida de las personas y de sistemas de interactividad en los edificios.

Enmarcado dentro del driver de la transformación digital, que se está produciendo en el sector de la Construcción, y con el objetivo de mejorar las ratios de la Eficiencia Energética y avanzar el ámbito del mantenimiento predictivo del edificio, Kubik ha evolucionado transformándose hacia el concepto Kubik 4.0, que integra un Gemelo Digital, convirtiéndose en el primer edificio que cuenta con un completo modelo digital del edificio.

Es decir, KUBIK 4.0 cuenta con una réplica digital y exacta, tanto la parte física de la arquitectura y sistemas implementados en el edificio, como de las actividades que se producen en tiempo real en el mismo. Pero además en KUBIK existe una completa interacción, entre el modelo BIM del edificio y el sistema de control del mismo, lo que ha permitido la creación de un auténtico Gemelo Digital del mismo.

Esta nueva versión de KUBIK 4.0, permite continuar con las funciones para las que fue diseñado, pero además proporciona un campo de pruebas donde poder aplicar técnicas de ciberseguridad, simulación de comportamiento energético, gestión autónoma del edificio, mantenimiento predictivo, blockchain, IoT (Internet Of Things), IA (Inteligencia Artificial) y Big Data.

Estas nuevas utilidades son posibles gracias al concepto Digital Twin implementado en KUBIK, que incluye además una arquitectura de almacenamiento de la información generada basada en Big Data, que permite, el desarrollo de algoritmos, que potencian el desarrollo tanto en el ámbito del mantenimiento predictivo como de la mejora de la eficiencia energética.

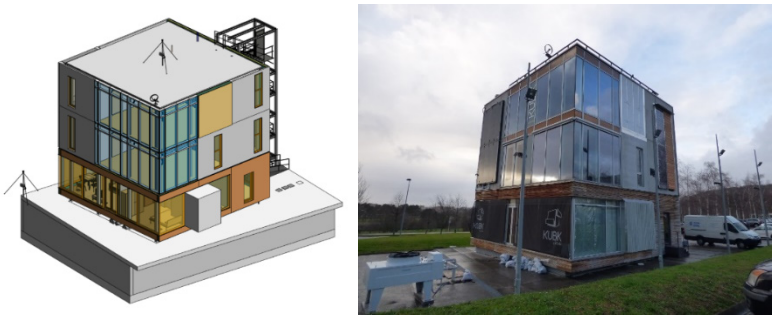


Figura 6. KUBIK 4.0 Digital Twin de Edificio.

KUBIK 4.0, es una infraestructura compleja, hipersensorizada con dispositivos de distintas tecnologías y protocolos de comunicación, con diferentes sistemas de generación de energía, para el acondicionamiento térmico interior, en base a configuración de escenarios, con una envolvente y estructura totalmente modular. Cuenta con la siguiente infraestructura reflejada en el Digital Twin:

- 3.500 sensores y actuadores; que permiten un control total de cada uno de los elementos de la instalación.
- Simulación de escenarios de entornos tanto terciario como residencial.
- Diferentes sistemas térmicos tanto tradicionales como singulares y experimentales, como, por ejemplo:
    - Bomba de Calor acoplada a batería de almacenamiento térmica de PCM
    - Instalación solar térmica
    - Equipos de absorción
- Nodo IoT de interconexión de datos, donde conviven las diferentes tecnologías del mercado en monitorización y control de instalaciones. (Modbus, Backnet, KNX, Dali, Z-wave, EnOcean, LORA, etc.)
- Sistema de monitorización y control de la instalación; que permite llevar en paralelo hasta 10 experimentos estructurales o digitales del edificio.
- Entorno de Virtualización de la Instalación. El modelo BIM-MEP desarrollado de las instalaciones está conectado en tiempo real con la infraestructura de sensorizacion y control del edificio, lo que permite disponer de un completo sistema de monitorización de la instalación.
- Entorno Hadoop de serialización de datos de comportamiento de la instalación.
- Entorno Spark de simulación y ejecución de algoritmos de toma de decisión y control de la instalación.

CONCLUSIONES

El Digital Twin creado de la infraestructura experimental de Kubik, permite dar un salto tanto cualitativo como cuantitativo en la gestión y explotación de edificios, permitiendo alcanzar mayores cotas de eficiencia tanto en la parte de la eficiencia energética como en el mantenimiento predictivo del edificio. Con la implementacion de un Digital Twin, el operador se beneficia de una alta fiabilidad y calidad de la información, para una gestión operativa continua y de mayor confiabilidad.

REFERENCIAS

[1] https://www.iea.org/
[2] https://www.se.com/es/es/work/services/field-services/building-management-system/operate/
[3] https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/creating-buildings-digital-twin/

ADVANCING NET ZERO: DE EMISIONES CASI NULAS A LA NEUTRALIDAD EN CARBONO DE LOS EDIFICIOS

Raquel Díez Abarca, Desarrollo de Proyectos, Green Building Council España (GBCe)

Resumen: La firma del Acuerdo de París en diciembre de 2015 supuso un momento histórico en la lucha contra el cambio climático al fijar como objetivo un recorte de emisiones de GEI tal que el aumento de la temperatura global permanezca por debajo de 2ºC e, idealmente, por debajo de los 1,5ºC. En noviembre de 2018 Europa se alinea con este propósito a través de la Estrategia a largo plazo para 2050, cuyo objetivo es la neutralidad climática. El sector de la edificación es responsable del 30% de los GEI, por lo que desempeña un papel clave en la búsqueda de soluciones. El proyecto a nivel mundial *"Advancing Net Zero"* (ANZ) promueve la descarbonización extensiva de todos los edificios a través de, entre otras líneas de acción, el uso de sistemas de evaluación de edificios que certifiquen el funcionamiento neutro en carbono y una **construcción neutra** en carbono. Los principios de estos sistemas serán presentados en esta ponencia.

Palabras clave: Certificación de Edificios, Neutralidad Climática, Eficiencia Energética, Emisiones de CO_2

CONTEXTO GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto *Advancing Net Zero* (ANZ) [1] es una campaña global coordinada a nivel mundial por WorlGBC y en la que Green Building Counci España (GBCe) participa. El punto de inicio de esta acción coordinada es la firma del Acuerdo de París de diciembre de 2015, que establece medidas para la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) con el objeto de mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C.

La clave para lograr estos objetivos dentro del sector de la edificación radica en promover edificios que en su uso sean climáticamente neutros hasta conseguir un parque edificado sin emisiones de carbono para 2050. Por ello, este proyecto tiene dos grandes objetivos:

1. Todos los edificios nuevos construidos a partir de 2030 deben operar a cero carbono neto
2. Todos los edificios, incluidos los existentes, deben operar a cero carbono neto para 2050

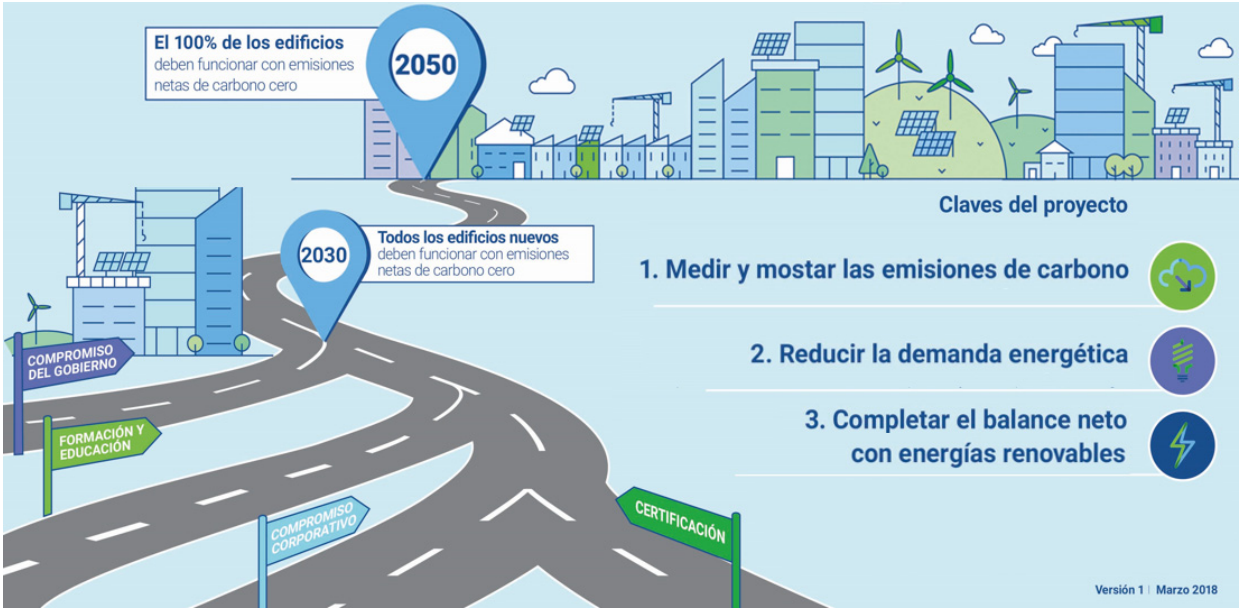


Figura 1. Claves del proyecto Advancing Net Zero. Fuente: WorldGBC.

Existen cinco grandes líneas de acción del proyecto para conseguir estos dos grandes objetivos:

1. Desarrollo de un sistema de certificación de edificios "net zero".

2. Búsqueda de la implicación de la empresa para alcanzar los objetivos globales a través de compromisos concretos y relevantes en relación a proyectos de edificios "net zero".
3. Difusión de proyectos de demostración "net zero" con el programa de certificación "net zero".
4. Desarrollo de un programa de formación en certificación de edificios "net zero" y/o en edificios "net zero".
5. Colaboración activa con los gobiernos para promover la agenda de los edificios "net zero carbon".

GBCe se encuentra desarrollando la primera línea de acción con la definición de un sistema de certificación de edificios que garantice la neutralidad en carbono de estos. Los elementos esenciales de este sistema se describirán a continuación. El proyecto completo está disponible en el sitio web WorldGBC [1].

¿Qué es un edificio neutro en carbono?

Aunque cada país participante se encuentra desarrollando su propio estándar de certificación, todos ellos comparten unos principios comunes consensuados a nivel global en el marco del proyecto ANZ:

- Las emisiones de CO_2 en valores absolutos son el indicador clave, prescindiendo de usar un edificio de referencia
- Para conseguir la neutralidad en carbono es necesario promover la máxima eficiencia energética
- Se establece una jerarquía en el uso de la energía renovable para cubrir la demanda: producción in situ, producción externa y compensación
- Es necesario divulgar de forma transparente cómo cada edificio logra tener la neutralidad en carbono y promover la mejora continua del sector de la edificación

LA EVALUACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EDIFICIOS NEUTROS EN CARBONO

Hasta la fecha, 11 Green Building Councils (GBCs) han desarrollado en sus respectivos países sistemas de certificación de las emisiones de CO_2 y las condiciones para considerarlas neutras. Uno de los principales rasgos en los que se basan estos sistemas es su ámbito de aplicación: se certifica el funcionamiento real del edificio y no su funcionamiento teórico. Por ello, en general la mayoría de ellos proponen 2 posibles niveles de certificación en función de las fases del ciclo de vida que se incluyen en la contabilización de las emisiones de carbono:

- Operación del edificio
- Energía embebida en los materiales

GBCe está preparando su propio sistema de certificación, especialmente la definición de los principios en los que se basará en coherencia con las herramientas de certificación VERDE [2). Se ha comenzado por realizar un análisis de las herramientas existentes y, por su alineación con los principios y objetivos de GBCe, el sistema desarrollado por el GBC alemán, DGNB [3], se ha constituido como el principal referente a considerar. A continuación, se describen los elementos que configuran este sistema de certificación denominado “Marco de referencia para edificios y emplazamientos neutros en carbono”.

Objetivo

El objetivo fundamental de la implementación de un sistema de evaluación de este tipo es contribuir de manera significativa a lograr que el funcionamiento de los edificios se realice sin emisiones de carbono en una proporción significativa de los mismos, lo más rápido posible. Tres aspectos clave rigen la génesis de este sistema:

- Fomentar la REHABILITACIÓN al poner el foco principal en el parque edificado existente. Esto es debido a que comprende un número mucho mayor de edificios y, por lo tanto, es el factor de influencia más importante. Añadido a que, según las estimaciones, el 70% de los edificios que existirán en 2050 ya se han construido en la actualidad.
- Alentar a los USUARIOS a tomar medidas para implementar la protección climática en sus edificios
- Generar VALOR agregado para la economía nacional y el sector privado al apoyar y establecer requisitos para realizar inversiones rentables en edificios existentes.

Esto requiere una definición clara del término "edificios neutros en carbono en fase de uso" en lo que respecta a los procesos de contabilización y el valor objetivo. A continuación se describen estos elementos.

Estructura del sistema

- Parte 1: Reglas para la contabilidad de CO_2 de los edificios ("reglas de contabilidad de carbono")

- Parte 2: Reglas para informar y comunicar el CO_2 de los edificios ("reglas de divulgación de carbono")
- Parte 3: Método de gestión del CO_2 y hoja de ruta de protección del clima ("reglas de gestión del carbono")

Los tres elementos del Marco se apoyan mutuamente. La Parte 1 aborda la energía y describe cómo calcular el balance de carbono, permitiendo determinar la huella de CO_2 actual. La Parte 2 se basa en el contenido de la Parte 1 y describe los requisitos mínimos para informar y comunicar los resultados calculados en la Parte 1. En la Parte 3, se establece una hoja de ruta específica del edificio para su operación neutra en carbono que muestra el desempeño futuro esperado del edificio y su camino hacia un balance anual neutro en carbono.



Figura 2. Principio funcional fundamental del "Marco para edificios y emplazamientos neutros en carbono". Fuente: DGNB.

Los elementos esenciales de las partes 1 y 3 se describirán a continuación. El marco completo está disponible en el sitio web de DGNB [3].

Parte 1: Reglas de contabilización de emisiones

Para la contabilización de las emisiones, se aplican los mismos principios fundamentales que en el "Protocolo de contabilidad de gases de efecto invernadero" [4] internacionalmente reconocido. La evaluación se puede realizar para dos niveles de contabilidad diferentes:

- Nivel 1 "Funcionamiento": el alcance de la evaluación abarca las emisiones de CO_2 resultantes del uso y funcionamiento del edificio.
- Nivel 2 "Funcionamiento y materiales": el alcance de la evaluación abarca el nivel 1 y adicionalmente las emisiones de CO_2 embebidas y resultantes de la construcción (emisiones producidas por producción, mantenimiento, demolición y reciclaje).

Nivel 1 "Funcionamiento"

Para calcular las emisiones de CO_2, debe documentarse el consumo de energía completo resultante del edificio y sus usuarios para calefacción, refrigeración, agua caliente, iluminación, energía auxiliar, ascensores, escaleras mecánicas, automatización de edificios, energía para producción, comunicación y tecnología de la información. electrodomésticos, equipo de usuario, etc.

Puesto que el objetivo es evaluar el balance de CO_2 durante el uso del edificio, se hace una distinción entre dos versiones:

- método incorporado en el proceso de proyecto
- método que se basa en valores medidos reales una vez el edificio ha estado en uso durante al menos tres años

En ambos casos la neutralidad de carbono para el Nivel 1 se produce si se cumplen las condiciones del siguiente cálculo:

Emisiones indirectas de CO2 de la energía suministrada
+ emisiones directas de CO2 de la producción de energía
< emisiones de CO2 evitadas por la energía exportada

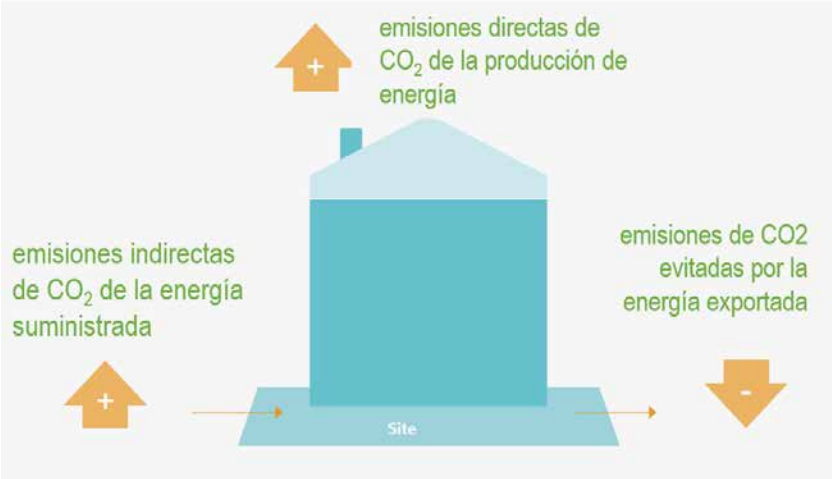


Figura 3. Cálculo de la huella ANUAL de emisiones de CO_2 en el Nivel 1 Funcionamiento. Fuente: DGNB.

Nivel 2 "Funcionamiento y materiales"

La neutralidad de carbono para el nivel de contabilidad 2 sucede si se cumplen las condiciones del siguiente cálculo:

Emisiones indirectas de CO2 derivadas de la energía suministrada
+ emisiones directas de CO2 derivadas de la producción de energía
+ emisiones de CO2 embebidas en los materiales
<Emisiones de CO2 de la energía exportada

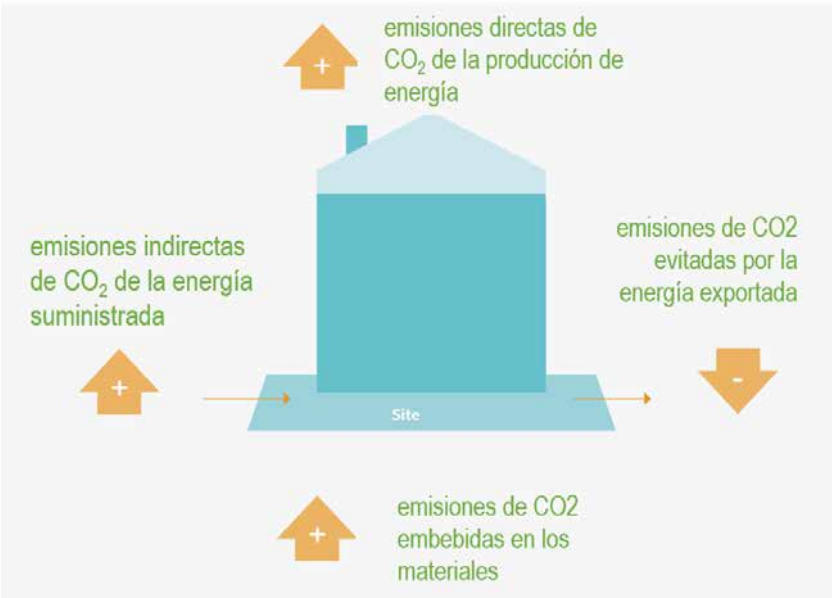


Figura 4. Cálculo de la huella ANUAL de emisiones de CO_2 en el Nivel 2 Funcionamiento y materiales. Fuente: DGNB.

Por tanto, además de los elementos que se calculan para el nivel de contabilidad 1, el alcance de la evaluación de las emisiones de CO_2 incorporadas de los materiales incluye también los siguientes elementos: resultados de la evaluación del ciclo de vida para el indicador “potencial de calentamiento global” de los módulos A1, A2, A3, B1, B2, B4, C3, C4 y D, según la definición en la norma DIN EN 15978 [5] del análisis del ciclo de vida, para todos los componentes utilizados en el edificio a partir de grupos de costes 300 y 400, como se define en la norma DIN 276 [6].

La evaluación general debe incluir los componentes utilizados en la construcción y sus emisiones de CO_2 embebidas para edificios nuevos y, para edificios rehabilitados, solo los componentes introducidos como parte del proyecto de rehabilitación deben evaluarse a lo largo de su ciclo de vida.

Al informar sobre los resultados, se debe hacer una clara distinción entre las emisiones de CO_2 que ya se han producido (etapa de producto - módulos A1, A2 y A3) y las emisiones de CO_2 a partir de los cálculos del escenario (resto de módulos).

Parte 3: Hoja de ruta de protección del clima

Para edificios existentes que no son capaces en la actualidad de alcanzar la neutralidad en carbono, un edificio puede ser designado *"neutro en carbono para 2050"* si existe una hoja de ruta de protección del clima que busca lograr dicha neutralidad y demostrar convincente y correctamente que las emisiones de CO_2 están por debajo de los valores límite anuales. La hoja de ruta de protección del clima debe demostrar que el edificio o sitio alcanza el objetivo establecido para 2050 de "cero emisiones de CO_2 en funcionamiento continuo" y que, hasta ese momento, las emisiones anuales de CO_2 también están por debajo de una línea de valor límite (línea naranja en figura 5).

La definición para edificios es que su presupuesto de CO_2 máximo disponible se reduce desde el valor real de CO_2 medido actualmente hasta el valor de 0 kg de emisiones de CO_2 para 2050 a través de una función lineal.

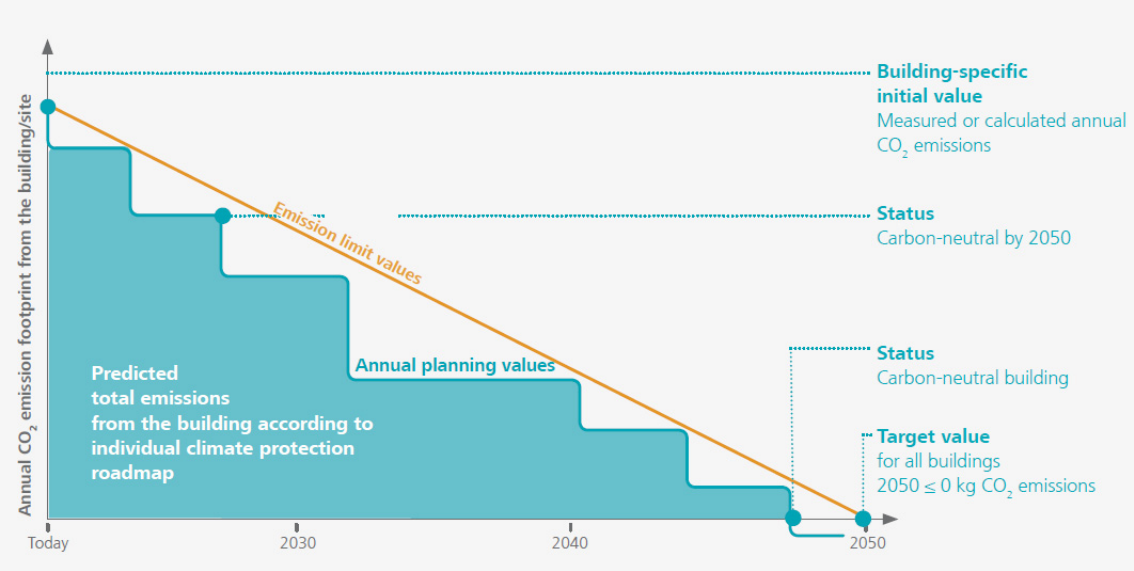


Figura 5. Diagrama que ilustra el principio de una hoja de ruta de protección del clima. Fuente: DGNB.

CONCLUSIONES

Este marco constituye la base para lograr la neutralidad climática para edificios o emplazamientos, partiendo de reglas que se basan en estándares reconocidos para contabilizar las emisiones que impactan en el clima. Está en desarrollo y son necesarios debates especializados sobre: los factores de emisión de CO_2, la compensación y la electricidad verde. Igualmente, aún quedan decisiones pendientes sobre si los sumideros de CO_2 mediante instrumentos de compensación pueden incorporarse a la evaluación.

Lo importante es empezar a contribuir ya de manera significativa a lograr que el funcionamiento de los edificios se realice sin emisiones de carbono y conseguir que todo el parque de viviendas sea neutro en carbono para 2050.

Especialmente relevante, como se ha comentado previamente, es poner el foco en los edificios existentes ya que son clave para que se puedan alcanzar los objetivos nacionales y mundiales de protección climática. Sin embargo, el ritmo de rehabilitación actual, muy por debajo del 1%, no permite convertir el parque edificado existente en neutro en carbono para 2050. Más aun teniendo en cuenta que la "tasa de rehabilitación neutra en carbono" es actualmente de 0%.

REFERENCIAS

- Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – DGNB e.V. [ed.], 2018, Framework for carbon neutral buildings and sites. Disponible online: https://www.dgnb.de/en/news/reports/Framework/index.php
- Deutsches Institut für Normung, 2012, DIN EN 15978: Sustainability of construction works - Assessment of environmental performance of buildings - Calculation method
- Deutsches Institut für Normung, 2018, DIN 276: Building costs
- Green Building Council España, 2008, Certificación VERDE. https://gbce.es/certificacion-verde/
- World Green Building Council, 2016, Proyecto Advancing Net Zero. https://www.worldgbc.org/advancing-net-zero
- WBCSD and WRI, March 2004, The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard

[1] World Green Building Council, 2016, Proyecto Advancing Net Zero. https://www.worldgbc.org/advancing-net-zero

[2] Green Building Council España, 2008, Certificación VERDE. https://gbce.es/certificacion-verde/

[3] Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – DGNB e.V. [ed.], 2018, Framework for carbon neutral buildings and sites. Disponible online: https://www.dgnb.de/en/news/reports/Framework/index.php

[4] WBCSD and WRI, March 2004, The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard

[5] Deutsches Institut für Normung, 2012, DIN EN 15978: Sustainability of construction works - Assessment of environmental performance of buildings - Calculation method

[6] Deutsches Institut für Normung, 2018, DIN 276: Building costs

EXTRU-PUR: TECNOLOGÍA DE EXTRUSIÓN REACTIVA DE POLIURETANO PARA LA FABRICACIÓN DE VENTANAS DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Pablo Rodríguez Outón, Director Ejecutivo, Indresmat
Vincent Jamier, Project Manager, Centro Tecnológico Leitat

Resumen: INDRESMAT es una start-up química que ha lanzado EXTRU-PUR, un proyecto de innovación tecnológica financiado por el Programa Europeo H2020 SME Instrument Fase 1 (GA: 855513) que permitirá introducir poliuretano a gran escala en productos extruidos para el sector de la construcción. La entrada al mercado de EXTRU-PUR se realizará en el segmento de la ventana de alta eficiencia energética valiéndose de las altas prestaciones técnicas del poliuretano como material estructural (resistencia térmica, química y mecánica) y las excelentes propiedades de aislamiento que le confiere su capacidad de auto-espumación (barrera térmica, acústica y a la humedad). La empresa presenta un modelo de negocio B2B para la fabricación y venta de perfiles y marcos a fabricantes de ventana con 2 líneas de producto: una basada en materiales convencionales y otra basada en materiales de baja huella de carbono, fabricados a partir de materias primas procedentes de fuentes naturales como aceites, lignina o celulosa con el objetivo de fomentar la economía circular.

Palabras clave: Extrusión, Plásticos, Poliuretano, Ventana, Eficiencia Energética, Economía Circular, Sostenibilidad

INTRODUCCIÓN

El futuro de la construcción sostenible pasa por diseñar productos que ofrecen una buena calidad durante sus años de servicio, pero también teniendo en cuenta cuestiones como su reciclado tras su vida útil. El uso de productos de construcción multimaterial conlleva una dificultad añadida para el reciclado de los materiales al involucrar un proceso de separación posterior, el cual en muchos casos no es factible debido a la ausencia de métodos, instalaciones o empresas dedicadas a este propósito. En el caso de las ventanas de alta eficiencia energética, esta situación es la más común. A excepción de la madera, los perfiles y marcos de ventanas de alta eficiencia energética hoy en día están constituidos por, al menos, 2 materiales diferentes debido a su configuración de puente térmico. Esto responde a la necesidad de emplear un material adicional con una baja capacidad de transferencia térmica, normalmente espumas, las cuales permiten aumentar la Resistencia térmica (R) del conjunto perfil/marco. Teniendo en cuenta esta problemática entre sostenibilidad y eficiencia energética, el proyecto EXTRU-PUR ofrecerá una alternativa a los materiales actuales empleando un único material, el poliuretano (PUR), el cual ofrecerá una serie de ventajas relacionadas con la economía circular (baja huella de carbono, alto contenido en materias primas renovables, alto contenido en cargas sólidas recicladas, posibilidad de reciclado químico y mecánico).

TECNOLOGÍA Y PRODUCTO

Nuevo proceso de extrusión reactiva

La extrusión-moldeo es el proceso de mayor volumen de producción en el sector de la construcción donde productos como perfiles, marcos, tuberías, canaletas, canalones, planchas y otros materiales de sección constante son fabricados en continuo por esta técnica. La extrusión puede llevarse a cabo con diferentes materiales, tales como metales o plásticos. En el caso de los plásticos, los productos extruidos representan una cuota de mercado cercana al 70% de todo el plástico de construcción empleado. Actualmente, la extrusión de plástico es sólo aplicable a materiales termoplásticos, es decir, materiales con la capacidad de fundir mediante un proceso en el que interviene un gran consumo de energía en forma de calor y de presión mecánica ejercida por un tornillo que empuja el material, siendo posteriormente solidificado con la forma deseada a través de un troquel o matriz de extrusión.

El PUR, a diferencia de los termoplásticos (PVC, PS, PE, PP, PET, PE, ABS, etc), es una resina termoendurecible cuyas materias primas no son sólidos (granza) sino que son componentes líquidos de partida (polioles e isocianatos). Esta particularidad hace que las extrusoras de tornillo (Figura 1) no sean adecuadas para este tipo de plásticos ya que están diseñadas para fundir y procesar materias primas sólidas. Por otro lado, las resinas termoendurecibles dan lugar, tras un proceso de reacción química, a un sólido altamente reticulado de elevadas prestaciones técnicas cuyas cadenas de polímero están unidas químicamente. El PUR, además de poseer una mayor reactividad que otras resinas, tiene la capacidad de auto-espumación, y ambas son ventajas clave que hacen del PUR un material mucho más interesante de obtener mediante un proceso de extrusión comparado a otras resinas (epoxi, fenólica, poliéster).

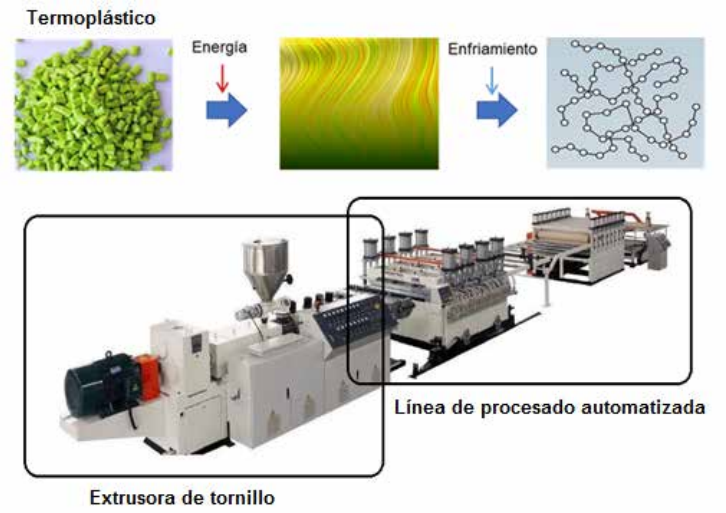


Figura 1. Fundamento y tecnología de extrusión de termoplásticos.

El diferente fundamento en el procesado de las resinas termoendurecibles, y en particular en el PUR (resina formada por 2 componentes líquidos), hace que la tecnología EXTRU-PUR sea radicalmente diferente a la extrusión convencional, donde el consumo energético es muy inferior (<50%) ya que no se necesita aplicar altas temperaturas durante el proceso y la presión de empuje se ejerce de forma hidráulica, y no de forma mecánica como sucede en las extrusoras de tornillo.

La tecnología EXTRU-PUR (Figura 2) presenta como novedad un dispositivo de extrusión que se acopla a una máquina mezcladora, la cual genera una mezcla líquida reactiva del poliol y del isocianato empujándola a alta presión (100-150 bar). La mezcla reactiva atraviesa dicho dispositivo de extrusión, lugar donde se produce la reacción química. A la salida del dispositivo de extrusión el material se encuentra en estado sólido y accede a la línea de procesado cuya función es el arrastre, transporte y corte de la pieza extruida de forma automatizada.

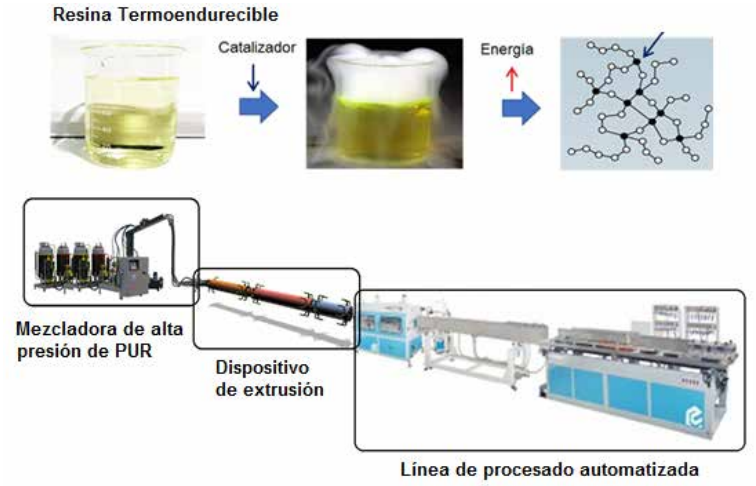


Figura 2. Tecnología de extrusión EXTRU-PUR.

El dispositivo de extrusión aloja en su interior unas piezas intercambiables metálicas huecas con la forma del producto a extruir y, a través del mismo, tiene lugar el cambio de estado desde el líquido hacia el estado sólido, transcurriendo por un estado gel intermedio (Figura 3).



Figura 3. Configuración del dispositivo de extrusión EXTRU -PUR.

Estas piezas intercambiables permiten fabricar diferentes geometrías y ello convierte a la tecnología EXTRU-PUR en una máquina muy versátil, con apenas pérdidas de material en el arranque y las paradas. Además, la sencillez en el cambio de geometría del producto (se cambia simplemente la pieza interna y se comienza el proceso nuevamente) permite que las operaciones de arranque y parada sean muy rápidas (cuestión de minutos).

Antecedentes del PUR en el mercado de la ventana

Los perfiles y marcos que se han fabricado con PUR hasta la fecha no han tenido una repercusión en el mercado debido a la que tecnología que se ha venido empleando (el moldeo por inyección reactiva o RIM por sus siglas en inglés) dista mucho de ser una tecnología productiva. Este proceso posee un ciclo de producción de 15-20 minutos por pieza que se lleva a cabo en un molde, en cuyo interior se inserta un perfil hueco de aluminio y sobre el cual se inyecta PUR (Figura 4). Por tanto, este tipo de perfiles presentan también una problemática durante su reciclado.



Figura 4. Tipología de producto de perfiles y marcos de ventana de PUR en el mercado.

El proceso RIM involucra diferentes fases que hacen que sea muy complicada su automatización:

1. Preparación de molde (limpieza, aplicación de desmoldeante y secado)
2. Colocación del perfil de aluminio
3. Cierre de molde
4. Inyección de mezcla reactiva
5. Reacción de espumado y curado
6. Apertura de molde y extracción de pieza
7. Tratamiento de pieza (corte de rebabas, enmasillado, aparejo, lijado etc.)
8. Pintado y secado

La baja productividad y automatización del proceso RIM, junto con el desgaste que sufre el molde durante el proceso de desmoldeo, así como la gran laboriosidad de la pieza en el post-proceso hace inviable su producción a gran escala y encarece mucho el producto final. Por ello, las ventanas de PUR apenas son conocidas por los clientes y usuarios finales, a pesar de que gozan de una buena reputación de calidad y prestaciones (aislamiento térmico y acústico, durabilidad, resistencia al envejecimiento y al deterioro).

Nuevos perfiles y marcos de alta eficiencia energética fabricados con EXTRU-PUR

Los perfiles y marcos de ventana fabricados con la tecnología EXTRU-PUR tienen un diseño similar a sus equivalentes en madera, tal y como se muestra en la Figura 5 para dos líneas de producto:

- Línea Estándar: fabricado con PUR proveniente materias primas convencionales (requiere un acabado de pinturas de poliuretano)
- Línea Low Carbon: fabricado con bio-PUR procedente de fuentes renovables (no requiere pintado)



Figura 5. Tipología de marco línea Estándar (izq) y línea Low Carbon (der).

El diseño macizo de los perfiles y marcos fabricados con la tecnología EXTRU-PUR permite aprovechar las ventajas que ofrece el diseño de las ventanas de madera, evitando la condensación y transferencia de agua/humedad en su interior y aportando rigidez y estabilidad dimensional a la ventana. La microestructura espumada interior con densidades del orden de los 500-600 g/cm3) es la responsable del aumento del aislamiento térmico respecto a los sistemas de aislamiento por puente térmico (calculado en torno al 15-20% en UHm).

A modo de resumen, las ventajas competitivas de los productos EXTRU-PUR respecto a otros perfiles y marcos en el mercado para ventanas alta eficiencia energética son las siguientes:

- Productos con estructura sólida espumada que proporcionan una elevada capacidad de aislamiento térmico y acústico, permitiendo un mayor confort y ahorro energético en las viviendas, así como también una mayor ligereza y facilidad de instalación de las ventanas.
- Productos de material único fabricados en un único proceso que permiten un mejor reciclaje al no necesitar un proceso de separación de materiales de diferente naturaleza.
- Productos sin aditivos plastificantes ya que no se necesita fundir el material (materias primas líquidas), siendo estos aditivos tóxicos en muchos plásticos convencionales o con un alto impacto medioambiental (ftalatos, bisfenol-A y otros).
- Productos sin limitaciones de color, debido a la amplia gama de pinturas de poliuretano existentes en el mercado, cuya compatibilidad y durabilidad es excelente, pudiendo cambiar de color de ventana múltiples veces a voluntad, al contrario que con otros materiales diferentes de la madera.
- Productos con alto contenido en cargas recicladas que proporcionan un aumento de la estabilidad dimensional y la dureza superficial al poder dispersar cualquier tipo de material como carga en forma de polvo, posibilitando incluso el uso de cargas procedentes del propio material reciclado mecánicamente.
- Productos con una baja huella de Carbono que proporcionan una mayor sostenibilidad al emplear materias primas de origen renovable como son los bio-polioles procedentes de fuentes vegetales tales como la glicerina, aceites y lignina, entre otros, pudiendo considerarse una “madera artificial”, no sólo por su origen parcial natural sino también por su densidad e incluso su aspecto empleando lignina procedente de la madera como subproducto de la industria papelera.

ESTADO DE DESARROLLO DEL PROYECTO

Viabilidad del proceso

La viabilidad del proceso ha sido demostrada mediante la construcción de un prototipo industrial empleando una máquina mezcladora de PUR convencional. Para ello, se han realizado una serie de modificaciones técnicas en la máquina y a través de un conducto tubular calefactado se ha conseguido generar una barra de PUR (Figura 6).

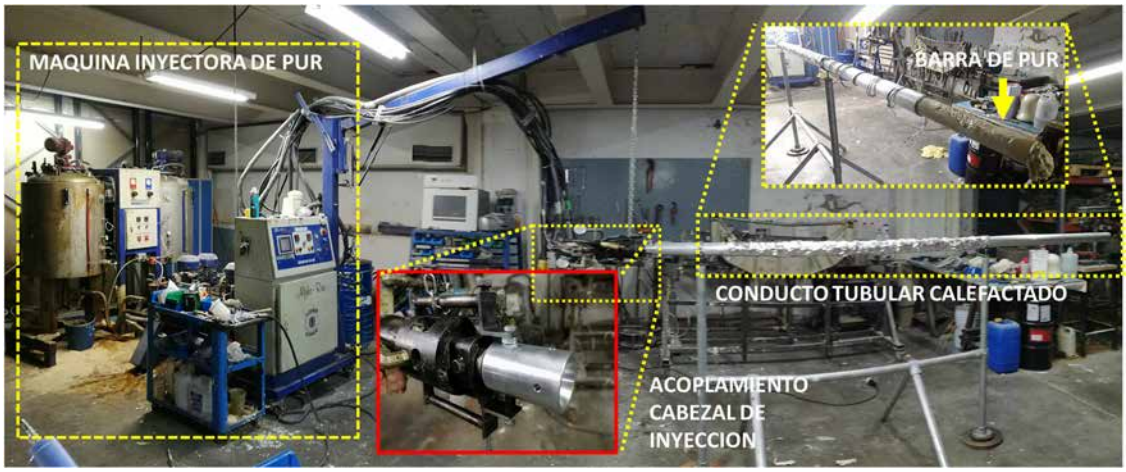


Figura 6. Pruebas de extrusión de una barra de PUR.

A raíz de estas pruebas se han determinado parámetros importantes (temperatura de trabajo, tiempo de reacción, caudal de mezcla, longitud del camino de reacción, etc) y consideraciones previas a tener en cuenta en la construcción de una máquina de extrusión automatizada como la mostrada en la Figura 2, tecnología que se desarrollará en el marco del Programa Europeo H2020 SME Instrument Fase 2.

Prestaciones técnicas del producto y resultados esperados

Paralelamente al desarrollo de la tecnología EXTRU-PUR, se han construido unas ventanas reales mediante el proceso RIM para caracterizar las propiedades técnicas que le confiere el nuevo material, llevando a cabo ensayos de caracterización consistentes en:

- Ensayo de permeabilidad al aire según UNE EN 1026:2017
- Ensayo de estanqueidad al agua según UNE EN 1027:2017
- Ensayo de resistencia a la carga de viento según UNE EN 12211:2017
- Ensayo de aislamiento acústico al ruido aéreo según UNE-EN ISO 10140-2:201
- Ensayo de determinación de la conductividad térmica UNE-EN 12667:2002
- Ensayo de envejecimiento acelerado con lámpara de arco xenón UNE-EN 513

Tras la superación de los ensayos mencionados, se espera que las ventanas de PUR puedan ofrecer los siguientes resultados según unas primeras estimaciones:

- Aumento de hasta un 20% del aislamiento térmico (UHm)
- Aumento de hasta un 15% en aislamiento acústico
- Aumento de hasta un 40% en la estabilidad dimensional
- Aumento de hasta un 50% en la resistencia mecánica y al impacto
- Aumento de hasta un 25% de la durabilidad y resistencia al envejecimiento

IMPACTO SOCIAL Y MEDIOAMBIENTAL

EXTRU-PUR permitirá alcanzar una serie de ventajas a nivel de proceso y de producto que están alineadas con los objetivos estratégicos que marcarán las futuras necesidades tecnológicas y de mercado recogidas en las diferentes directrices y políticas europeas (ver referencias). La UE tiene como prioridad para los próximos años, especialmente en el marco del programa marco Horizonte Europa 2021-2027, promover e incentivar la eficiencia y la sostenibilidad en todos los sectores, siendo básicos estos dos pilares que focalizarán la atención de los futuros desarrollos y determinando un potente atractivo de mercado en las empresas y proyectos innovadores. En este escenario, la tecnología EXTRU-PUR tendrá un impacto muy positivo en varios desafíos marcados por la Comisión Europea:

- Contribuir a la eficiencia energética de edificios y viviendas: las excelentes propiedades de aislamiento térmico del PUR semi-expandido (0.7 - 1 W/m2K) aplicado en ventanas respaldarán el objetivo de Edificios con energía casi nula del Plan Estratégico Tecnológico Energético de la Unión Europea (UE SET-Plan).
- Promover el desarrollo de procesos disruptivos de fabricación eficiente: la nueva tecnología EXTRU-PUR será altamente productiva y proveerá de un 50% de ahorro de energía en la fabricación de plásticos si se compara con el proceso de extrusión convencional.
- Estimular el desarrollo de la economía circular: el uso de subproductos, residuos o excedentes de materias primas como cargas de relleno procedentes de la industria, la agricultura y la actividad doméstica en materiales de PUR extruidos podrá tener un gran impacto ambiental una vez implantado a gran escala.
- Racionalizar el consumo de recursos fósiles en productos de larga vida útil: las prestaciones técnicas del PUR permitirán proporcionar productos prolongados en el tiempo que pueden obtenerse de recursos vegetales (aceites, azúcares, celulosas, lignina, etc), reduciendo la dependencia de recursos fósiles y generando nuevas aplicaciones donde los plásticos convencionales no son apropiados por su carácter termoplástico.
- Contribuir a reducir el impacto de la contracción del sector del biodiésel sobre la industria del aceite: la progresiva desaparición de los motores diésel de los automóviles hará necesario encontrar nuevas alternativas distintas de la producción de biodiesel para mantener la infraestructura de producción y reciclado de aceites naturales que ha sido implantada a gran escala en las últimas 2 décadas. Los aceites naturales son empleados en la fabricación de bio-polioles mediante un proceso análogo a la fabricación de biodiesel, cuyas infraestructuras tendrían una segunda oportunidad en un mercado que potenciará el uso de bio-PUR, siendo EXTRU-PUR la tecnología con mayor capacidad de volumen de procesamiento de PUR.

AGRADECIMIENTOS

- Instituciones públicas: Comisión Europea y Gobierno de la provincia de Limburgo (Holanda)
- Programa de Incubación: Brightlands Innovation Factory
- Empresas colaboradoras: REPSOL S.A., BASF Española S.A. y CANKAR LINE S.L.

REFERENCIAS

- Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings.
- Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - "Preparing for our future: Developing a common strategy for key enabling technologies in the EU" SEC (2009) 1257
- Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – “Towards an Integrated Strategic Energy Technology (SET) Plan: Accelerating the European Energy System Transformation” C(2015) 6317 final
- Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - “A European Strategy for Plastics in a Circular Economy COM/2018/028 final”

PROYECTO HOUSEFUL: SOLUCIONES Y SERVICIOS CIRCULARES INNOVADORES PARA NUEVAS OPORTUNIDADES DE NEGOCIO EN EL SECTOR DE LA VIVIENDA DE LA UNIÓN EUROPEA

Javier Antolín Gutiérrez, Ingeniero-Investigador, División Energía, Fundación CARTIF
Sonia Álvarez Díaz, Arquitecta-Investigadora, División Energía, Fundación CARTIF
M. Dolores Hidalgo Barrio, Directora Área Economía Circular, División Agroalimentación y Proc., Fundación CARTIF
Juan Castro Bustamante, Ingeniero-Investigador, División Agroalimentación y Procesos, Fundación CARTIF

Resumen: El sector de la vivienda contribuye en gran medida a los problemas globales actuales de agotamiento de los recursos y cambio climático, representando uno de los sectores que más consumen a nivel europeo: consume un 50% de todos los materiales extraídos, el 40% del consumo final de energía, el 33% del consumo de agua y causa el 30% de todos los residuos producidos por la sociedad además del 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero. Los modelos de negocio actuales basados en un enfoque lineal están causando muchos problemas ambientales siendo una de las principales barreras en la transición hacia una economía circular. El proyecto HOUSEFUL propone un cambio de paradigma innovador hacia una economía circular para el sector de la vivienda al demostrar la viabilidad de un servicio sistemático integrado de diversas soluciones circulares para que el uso de los recursos a lo largo del ciclo de vida de un edificio sea más sostenible. El concepto HOUSEFUL considera los aspectos de energía, materiales, residuos y agua y cuenta con demostradores en Austria y España, adaptando el concepto a diferentes escenarios, incluso en edificios de viviendas sociales. Las soluciones y servicios desarrollados en este proyecto se evaluarán desde el punto de vista energético, medioambiental, económico y social. La presente comunicación muestra una visión global del concepto HOUSEFUL aplicado a la renovación circular de los edificios y presenta en detalle dos de sus soluciones circulares como son los Pasaportes de Materiales basados en modelos BIM y el tratamiento conjunto de los residuos orgánicos y aguas negras para producción de biogás y valorización energética en los propios edificios.

Palabras clave: HOUSEFUL, Economía Circular, Soluciones Circulares, Eficiencia Energética, Recursos Eficientes, BIM

INTRODUCCIÓN

La Unión Europea ha liderado la acción global sobre eficiencia energética en edificios durante las últimas décadas. Actualmente la industria está movilizando muchos recursos para entregar una nueva generación de edificios que son los llamados Edificios de Energía Casi Nula con las miradas puestas a partir de 2021.

La recomendación de la Comisión Europea 2019/786 del 8 de Mayo 2019 relativa a la renovación de edificios (Comisión Europea, 2019) obliga a los estados miembros a desarrollar una estrategia global que permita conseguir un parque inmobiliario con alta eficiencia energética antes del año 2050 y, además, conseguir transformar los edificios existentes en EECN (Edificios de Energía Casi Nula) teniendo en cuenta el coste/beneficio de las actuaciones a realizar. La Comisión Europea plantea también que la economía circular sea uno de los aspectos a tener en cuenta en la renovación del parque inmobiliario existente para conseguir emisiones bajas o nulas, considerando los beneficios positivos sobre el consumo energético que puede tener la circularidad de los materiales de un edificio en su fase de reciclaje al final de su vida útil o de otra posible renovación.

Sin embargo, a medida que van avanzando los años y nos acercamos a esta fecha límite, los principales estados y actores involucrados, se están dando cuenta de que solo estamos abordando parte del impacto del sector de la construcción y por lo tanto la visión debe extenderse hacia un impacto más global.

En Europa, si miramos los edificios considerando todo su ciclo de vida (extracción de materiales, fabricación, transporte, construcción, uso y mantenimiento y demolición), estos son responsables de aproximadamente la mitad del consumo de energía y de materiales extraídos, un 40% de da las emisiones de gases de efecto invernadero, una tercera parte del consumo de agua y un 30% de los residuos producidos por la sociedad. Esto hace al sector de la vivienda uno de los sectores más consumidores de recursos a nivel europeo (Unión Europea, 2019).

El proyecto HOUSEFUL propone un cambio en los modelos de negocio actuales basados en enfoques lineales hacia una economía circular para el sector de la vivienda. Conceptualmente el proyecto aborda los aspectos de energía, materiales, agua y residuos a través del desarrollo de una serie de soluciones y servicios circulares y de esta manera consigue abordar el impacto de una manera global.

PROYECTO HOUSEFUL

El proyecto HOUSEFUL cuyo nombre completo en inglés es "*Innovative circular solutions and services for new business opportunities in the EU housing sector*" (HOUSEFUL consortium, 2018) es un proyecto europeo financiado por la Unión Europea bajo el acuerdo de subvención nº 776708 mediante la convocatoria H2020-CIRC-2017 para proyectos de demostración a gran escala considerando el enfoque de la economía circular. El proyecto, que se inició en mayo del 2018 y terminará en octubre de 2022, está coordinado por el Centro Tecnológico LEITAT y en él colaboran 16 entidades de 8 países distintos que cubren un amplio rango de conocimiento. Los socios españoles que colaboran en el proyecto son el Centro Tecnológico CARTIF, ITeC, la Agència de l'Habitatge de Catalunya, AIGUASOL, WE&B e IDP.

HOUSEFUL persigue sus objetivos mediante el diseño de intervenciones innovadoras para la gestión eficiente de materiales, residuos, agua y energía a lo largo de toda la cadena de valor de los edificios. Para ello cuenta con un completo conjunto de soluciones y servicios circulares que serán demostrados en edificios demostradores en Austria y España.

El objetivo principal del proyecto es desarrollar y demostrar un servicio sistémico integrado (Servicio HOUSEFUL) compuesto de diversas soluciones circulares (Figura 1). Este Servicio HOUSEFUL pretende alcanzar una gestión circular y uso eficiente de los recursos como son el agua, energía, residuos y materiales en todas las fases del ciclo de vida de los edificios en Europa.

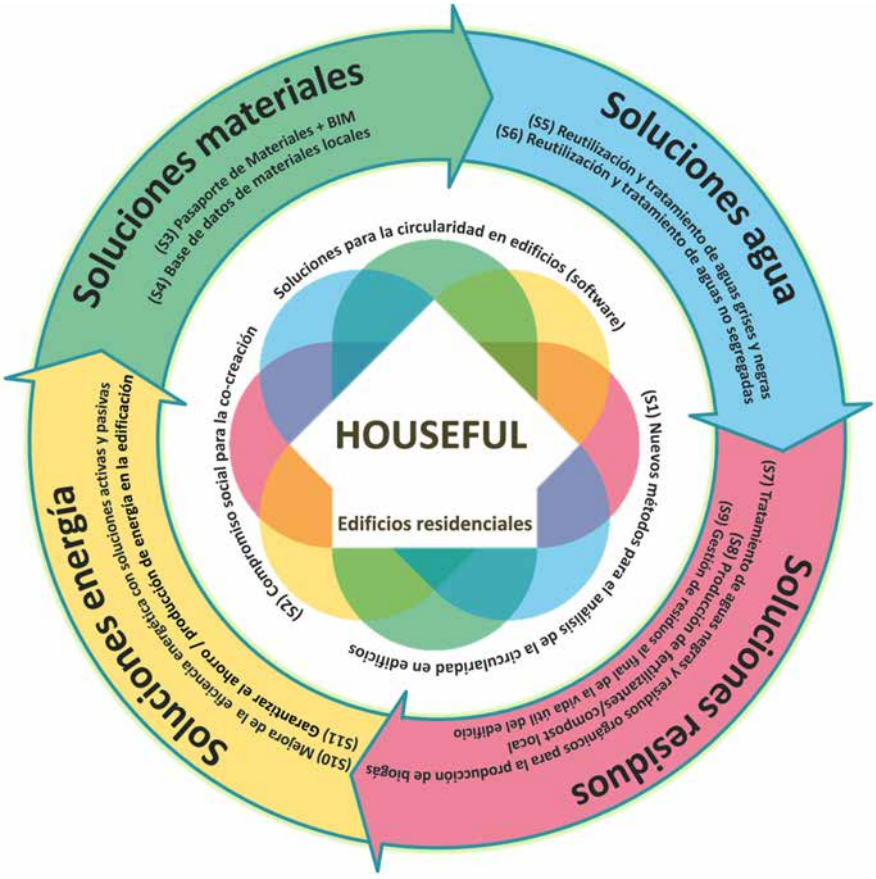


Figura 1. Servicio integrado HOUSEFUL.

El concepto HOUSEFUL será implantado en varios edificios demostradores ubicados en España y Austria, donde será adaptado a las peculiaridades de los diferentes escenarios, incluidas las viviendas sociales. Las diversas soluciones circulares implementadas serán evaluadas desde un punto de vista energético, medioambiental, económico y social.

Objetivos del proyecto

Los principales objetivos del proyecto HOUSEFUL son:

- Desarrollo de una metodología para cuantificar el grado de circularidad de los edificios en las diferentes fases de su ciclo de vida.
- Demostrar y validar las soluciones del proyecto a escala laboratorio y a gran escala en los demostradores seleccionados.
- Evaluar los impactos energéticos, ambientales y socioeconómicos obtenidos tras la implementación de las soluciones circulares.

Impactos esperados con el proyecto

Se espera que las intervenciones tengan los siguientes impactos:

- Reducción en el uso de los recursos (materiales, energía y agua) en el sector de la vivienda.
- Reducción de los residuos que van a vertedero del 40% actual a un 10% en 10 años.
- Recuperación de más del 95% de los residuos de comida a escala doméstica.
- Reciclar más del 90% del agua de lluvia, aguas grises y negras.
- Producción de biogás de alta calidad y valorización eficiente para aprovechamiento energético en las viviendas.
- Producción de compost a partir de digestato.
- Reducción del consumo de energía primaria no renovable en los edificios de hasta un 50%.
- Reducción de las emisiones de CO_2 de hasta un 60%.

Descripción de las soluciones HOUSEFUL

Las soluciones circulares HOUSEFUL (Tabla I) se desarrollarán y demostrarán para ser integradas a escala de edificio en cada uno de los demostradores.

Soluciones materiales **S3** - Desarrollo de Pasaportes de Materiales basados en modelos BIM. **S4** - Búsqueda de materiales de construcción locales.	**Soluciones agua** **S5** - Tratamiento eficiente y reutilización de aguas de lluvia y grises mediante el uso de soluciones basadas en la naturaleza. **S6** - Tratamiento eficiente y reutilización de agua no segregada mediante el uso de sistemas innovadores y soluciones basadas en la naturaleza.
Soluciones residuos **S7a** - Producción de biogás a través de la digestión anaeróbica húmeda (tecnología AnMBR). **S7b** - Producción de biogás a través de la digestión anaeróbica seca. **S7c** - Sistemas de limpieza de biogás para su posterior aprovechamiento en sistemas de generación de energía (motores de cogeneración, calderas, etc.) **S8** – Fertilizante/Compost de alta calidad de origen local. **S9** - Gestión óptima de residuos al final del ciclo de vida del edificio.	**Soluciones energía** **S10** – Mejora de la eficiencia energética mediante soluciones pasivas y activas: - Intervenciones de envolvente (fachadas fabricadas con materiales sostenibles, ventanas eficientes, etc.). - Sistemas de energía solar térmica. - Sistemas fotovoltaicos. **S11** - Modelos de negocio de pago por rendimiento.

Tabla I. Soluciones circulares del proyecto HOUSEFUL.

Estas soluciones se pueden categorizar de la siguiente manera:

- Soluciones materiales: de acuerdo con las recientes iniciativas políticas europeas para promover la construcción y rehabilitación de edificios de manera eficiente en cuanto al uso de recursos, HOUSEFUL implementará un enfoque circular en el uso y fin de vida de los materiales de construcción.

- Soluciones agua: el sector de la vivienda es responsable del 33% del consumo de agua anual. Con la ayuda de las "*Nature Based Solutions* (NBS)", el agua se puede reciclar y reutilizar en entornos domésticos.
- Soluciones residuos: el sector de la construcción y demolición, es una de las cinco áreas prioritarias que deben abordarse en el contexto de la economía circular europea. En HOUSEFUL se implementará e incorporará la gestión de los residuos a través de soluciones sostenibles y viables.
- Soluciones energía: a nivel europeo, el sector de la vivienda es responsable del consumo de alrededor del 40% de la energía disponible y se debe principalmente a la baja tasa de renovación de los edificios existentes. HOUSEFUL abordará la reducción de la demanda energética y el incremento de las energías renovables con el objetivo de conseguir Edificios de Energía Casi Nula.

DESARROLLO DE PASAPORTES DE MATERIALES BASADOS EN MODELOS BIM (S3)

En HOUSEFUL, los Pasaportes de los Materiales basados en modelos BIM se llevarán a cabo para cada edificio demostrador. La generación de la documentación en un Pasaporte de Material dará una visión general de los productos, componentes y materiales utilizados en los objetos de la construcción existentes. El uso de los modelos BIM para la creación del Pasaporte de Materiales nos permitirá disponer de toda la información necesaria del edificio en todo su ciclo de vida, desde su fase de diseño, construcción, gestión y mantenimiento, hasta su fase de demolición o rehabilitación. Esta información será obtenida de los modelos IFC (*Industry Foundation Classes*) (International Organization for Standardization, 2013), donde cada elemento constructivo tendrá además añadida información sobre KPIs (*Key Performance Indicators*) relacionados con la circularidad de los edificios. Para añadir la información necesaria a cada elemento en el IFC se utilizarán diferentes *Property Sets* (Pset) definidas dentro del estándar IFC, como la *Pset: Environmental Impact Indicators*, entre otras.

Algunas de las categorías incluidas en las *Property Sets* son: *Vida Útil Esperada* (en años), *Energía Primaria Total Consumida por Unidad* (Joules), *Energía Renovable Consumida por Unidad* (Joules), *Energía No Renovable Consumida por Unidad* (Joules), *Emisiones de Gases de Efecto Invernadero* (CO_2 eq.), *Residuos Peligrosos Generados* (kg), *Residuos No Peligrosos Generados* (kg), *Agua Consumida por Unidad* (m^3), *Residuos Inertes Generados* (kg), etc.

Los KPIs, además de utilizarlos para la creación del Pasaporte de Materiales, permitirán analizar la circularidad de los edificios utilizándose para la evaluación del LCC (*Life Cycle Cost*) y del LCA (*Life Cycle Assessment*). Los datos complementarios que se quieran usar o sean necesarios, y que no estén reflejados en el modelo IFC, se añadirán mediante unos formatos de tablas establecidos que complementarán la información para realizar los análisis.

GENERACIÓN DE BIOGAS/BIOMETANO, A PARTIR DE RESIDUOS ORGÁNICOS Y AGUAS NEGRAS, Y POSTERIOR APROVECHAMIENTO (S7A – S7C)

La demanda de biogás está aumentando en todo el mundo debido principalmente a una creciente preocupación por los problemas ambientales relacionados con las altas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) procedentes de la combustión de combustibles fósiles. Este aumento en la demanda de biogás ha tenido como consecuencia una creciente instalación de digestores anaeróbicos para el tratamiento de residuos orgánicos, principalmente en Europa, promovida por la legislación medioambiental vigente. En los últimos años, también hay una creciente demanda de biogás rico en metano (biometano), ya que el uso de este producto como combustible sustituto del gas natural se está convirtiendo en una práctica común. Según estudios previos (Adelt et al., 2011), las emisiones específicas de GEI asociadas a la producción de biometano ascienden a 44,6 g CO_2eq/kWh, lo que corresponde a una reducción global de las emisiones de GEI del 82% respecto al gas natural. Estas cifras convierten al biometano en una opción clave en el camino hacia fuentes de energía sostenibles y renovables.

Para producir biometano, el biogás debe ser limpiado primero para eliminar los oligoelementos y luego mejorado para eliminar el CO_2 y ajustar el valor calorífico a los usos previstos. Al separar el CO_2 del biogás, aumenta el valor calorífico de la corriente de gas y disminuye tanto el volumen del gas transportado como su tendencia a la corrosión. La purificación del biogás es, por tanto, una cuestión clave hoy en día para enriquecer el biometano y producir un sustituto del gas natural

Cinco tecnologías se utilizan principalmente en plantas de mejora de biogás, algunas de ellas disponibles comercialmente y otras a nivel piloto o de demostración: absorción de agua, absorción por oscilación de presión (PSA), depuración química, depuración física y separación de membranas. La absorción de agua ha sido tradicionalmente la

tecnología de mejora más popular, con un 40% hace años, seguida por el PSA y el lavado químico, con un 20% cada uno (IEA, 2013). Sin embargo, hoy en día, la separación por membranas compite por el primer lugar con el lavado con agua.

Dentro del proyecto HOUSEFUL una de las soluciones utilizadas para la obtención de biogás se basa en el tratamiento conjunto de aguas negras (fluidos procedentes de instalaciones de saneamiento) y residuos orgánicos (restos de alimentos) triturados a escala de edificio para su aprovechamiento mediante digestión anaerobia húmeda, utilizando la tecnología AnMBR (Biorreactor Anaerobio de Membranas). La solución prevé la recuperación de más del 95% de los residuos orgánicos alimenticios y más del 95% de la materia orgánica de las aguas negras.

Para la posterior obtención del biometano, en HOUSEFUL se ha optado por sistemas de absorción de membranas gas líquido, denominados contactores de membranas, que a bajas presiones ofrecen perspectivas muy prometedoras en la purificación de biogás (Belaissaoui, et al., 2016) (Fougerit, et al., 2019). Este sistema, combina la membrana con una operación convencional de contacto entre fases, como la absorción, y por lo tanto los beneficios de ambas tecnologías pueden ser utilizados plenamente (Belaissaoui & Favre, 2018). Esto permitirá obtener un biometano con un contenido en CH_4 superior al 98%, lo que garantizará un combustible de alta calidad (Figura 2).

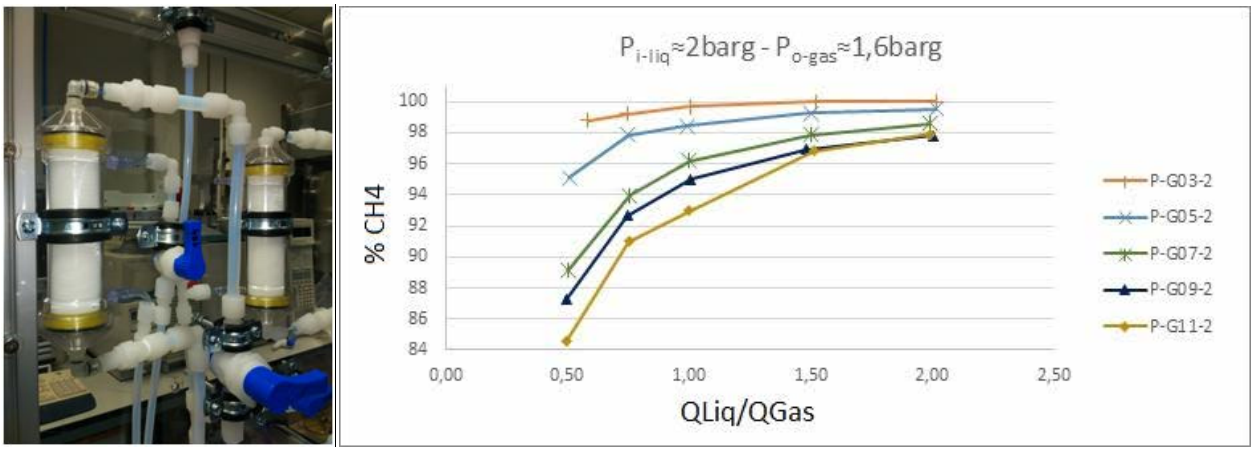


Figura 2. Planta de demostración para la mejora del biogás y contenido en metano para diferentes fracciones gas/líquido (Foto: Fuente propia).

Posteriormente, tras dicha purificación, el biometano será óptimo para su uso en sistemas de micro-cogeneración (producción conjunta de energía eléctrica y térmica), combustión en caldera de gas u otras rutas de valorización propuestas para su aprovechamiento energético en los propios edificios contribuyendo a la reducción del consumo de energía procedente de fuentes no-renovables.

CONCLUSIONES

Las nuevas políticas europeas, donde la economía circular toma gran protagonismo, están obligando a los estados miembros a desarrollar una estrategia global que permita conseguir un parque inmobiliario de alta eficiencia energética y a que la industria europea esté movilizando muchos recursos para la nueva generación de edificios, los llamados Edificios de Energía Casi Nula. Sin embargo, los principales estados y actores clave, se están dando cuenta que solamente están abordando parte del impacto del sector de la construcción y por lo tanto la visión debe extenderse hacia algo más global. Para ello, el proyecto HOUSEFUL propone un cambio de los modelos de negocio actuales basados en enfoques lineales hacia una economía circular en el sector de la vivienda, abordando los aspectos de energía, materiales, agua y residuos a través de soluciones y servicios circulares y consiguiendo así abordar el impacto de una manera global.

Las soluciones y servicios circulares de HOUSEFUL se desarrollarán y demostrarán a escala de edificio en varios demostradores de España y Austria. La solución para el desarrollo de Pasaportes de Materiales basados en modelos BIM dará una visión general de los productos, componentes y materiales de los edificios en todo su ciclo de vida, además de permitir analizar la circularidad de estos a través de evaluaciones LCA (*Life Cycle Assessment*) y LCC (*Life*

Cycle Cost). Por otro lado, con otra de las soluciones aquí descritas, basada en la digestión anaerobia húmeda con tecnología AnMBR mediante el tratamiento conjunto de aguas negras y residuos orgánicos, se consigue obtener biometano de alta calidad para su aprovechamiento energético en los propios edificios.

Con todo esto, el proyecto HOUSEFUL espera conseguir una reducción en el uso de los recursos (energía, agua y materiales) y producción de residuos en el sector de la vivienda.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren reconocer al proyecto HOUSEFUL como marco principal de la presente comunicación, proyecto a su vez financiado bajo el Programa de Innovación e Investigación Horizon 2020 de la Unión Europea, bajo el acuerdo de subvención nº 776708, y agradecer a todos los miembros del consorcio las contribuciones técnicas y científicas. Toda la información relativa al proyecto está disponible en houseful.eu/es/

REFERENCIAS

- Adelt, M., Wolf, D. & Vogel, A., 2011. LCA of biomethane. Journal of Natural Gas Science and Engineering, Volumen 3, pp. 646-650.
- Belaissaoui, B. y otros, 2016. Potentialities of a dense skin hollow fiber membrane contactor for biogas purification by pressurized water absortion. Journal of Membrane Science, Volumen 513, pp. 236-249.
- Belaissaoui, B. & Favre, E., 2018. Novel dense skin hollow fiber membrane contactor based process for CO2 removal from raw biogas using water as absorbent. Separation and Purification Technology, Volumen 193, pp. 112-126.
- Comisión Europea, 2019. RECOMENDACIÓN (UE) 2019/786 DE LA COMISIÓN de 8 de mayo de 2019 relativa a la renovación de edificios. Diario Oficial de la Unión Europea, pp. L127/34-79.
- Fougerit, V. y otros, 2019. Experimental and numerical investigation binary mixture mass transfer in a gas-liquid membrane contactor. Journal of Membrane Science, Volumen 572, pp. 1-11.
- HOUSEFUL consortium, 2018. HOUSEFUL: Innovative circular solutions and services for new business opportunities in the EU housing sector. [En línea] Available at: https://cordis.europa.eu/project/rcn/216084/factsheet/en [Último acceso: 5 julio 2019].
- IEA, 2013. Annual Report of the International Energy Agency. [En línea] Available at: https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/2013_AnnualReport.pdf [Último acceso: mayo 2019].
- International Organization for Standardization, 2013. Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries (ISO 16379-1:2018).
- Unión Europea, 2019. Taking action on the TOTAL impact of the construction sector.

LEVELS, INMORTALIDAD Y ECONOMÍA CIRCULAR: EL TERCER PLANETA

Paula Rivas Hesse, Directora Técnica, Green Building Council España (GBCe)
Nicolás Bermejo Presa, Adjunto Dirección de Marketing, SAINT-GOBAIN ISOVER
Esther Soriano Hoyuelos, Directora Comercial y Marketing, SAINT-GOBAIN ISOVER

Resumen: Cada año el planeta produce una serie de recursos que la humanidad va consumiendo. El 1 de agosto del año pasado, la humanidad consumió todos los recursos que el planeta produce para un año, un día antes en relación con el año anterior, lo que significa que se consume el equivalente a 1,7 planetas de media. Esto se conoce como DEUDA ECOLÓGICA. De continuar el crecimiento de esta manera, la humanidad necesitará el equivalente a 3 planetas (TERCER PLANETA) en menos de 30 años. En esta ponencia, se narrará la historia de cómo los edificios pueden alcanzar la inmortalidad a través de la economía circular y reencarnarse en otros edificios a través de ejemplos prácticos de economía circular en el sector de la construcción y cómo estos conceptos se integran en el marco EUROPEO LEVELs en particular en los indicadores referidos a los diseños adaptables y duraderos.

Palabras clave: Sostenibilidad, Level(s), Economía Circular, Ciclo de Vida del Edificio, Declaración Ambiental de Producto, Reciclado Productos Construcción

ÉRASE UNA VEZ UN REY Y LA ECONOMÍA CIRCULAR

Érase una vez un rey en su castillo que vivía en un mundo maravilloso, lleno de vida, montañas, ríos y animales. Todo el mundo era feliz y se vivía en armonía con el entorno.

El rey, para hacerse más popular, comenzó a diseñar procesos con el objetivo de que los habitantes de su reino tuvieran acceso a mayor cantidad de productos y recursos y una vida mejor. La gente comenzó a comprar estos nuevos productos y servicios, pero cada vez los querían con mayor inmediatez, lo que generó tensiones en el reino. El rey, no era capaz de atender las demandas de sus habitantes, pero entonces… descubrió el petróleo como una fuente de energía que le permitía tener mayor productividad y crecer cada vez más y más. Comenzó a construir grandes autopistas e infraestructuras para que estos productos cada vez pudieran ser entregados más rápido.

El planeta, le ofrecía todo lo que necesitaba para un crecimiento rápido, no había límites y la gente de las poblaciones pequeñas, comenzó a viajar y a asentarse en este nuevo reinado donde todo se podía tener.

La historia de una economía depredadora en energía y recursos comienza de esta manera hace muchos años, pero hoy todos los indicios indican que o cambiamos nuestra forma de utilizar los recursos, o llegaremos al colapso de la humanidad y es por eso por lo que hoy se habla mucho de la sostenibilidad, pero efectivamente es un término que puede resultar muy ambiguo ya que engloba multitud de aspectos como por ejemplo las emisiones, los residuos, los vertidos, el consumo de recursos, la eficiencia energética, cambio climático, la economía circular, la pobreza energética, etc**.**

Y es que, en los últimos tiempos se ha puesto de moda el hablar del término de sostenibilidad, economía circular y otros relacionados con esta palabra, hoy todo ha de ser sostenible y todo el mundo se apunta a la moda, pero el que todo el mundo hable de sostenibilidad, no es malo necesariamente ya que obliga a los fabricantes, diseñadores y legislador a integrar estos conceptos en sus desarrollos.

Hoy, vivimos en una economía lineal de Producir, Usar y Tirar, pero el paradigma de este modelo está llegando a su fin y debemos de abordar un modelo conocido como *economía circular* que no es más que un modelo basado en *Reducir, Reusar y Reciclar*.

EL TERCER PLANETA QUE NO TENEMOS: ESTAMOS ALCANZANDO LOS LÍMITES

Cada año el planeta produce una serie de recursos que la humanidad va consumiendo. El 1 de agosto del año pasado, la humanidad consumió todos los recursos que el planeta produce para un año, un día antes en relación al año anterior, lo que significa que se consume el equivalente a 1,7 planetas de media. Esto se conoce como DEUDA ECOLÓGICA.

Esto quiere decir que los más de 7.600 millones de habitantes de la Tierra han consumido ya las reservas de todo el año, según datos de la organización internacional Global Footprint Network, encargada de medir el gasto de los recursos naturales en el mundo. Por ello, el balance total demuestra que la humanidad está en números rojos y tiene

en su cuenta lo que se conoce como “deuda ecológica”, que se nota cada vez más con la pérdida de biodiversidad y la presencia de fenómenos meteorológicos cada vez más potentes y más frecuentes.

En menos de 40 años (2013-2050) la población mundial crecerá de 7.200 millones a 9.600 millones de habitantes, un incremento equivalente a añadir nuevamente la población de China e India. Este crecimiento de la población mundial se producirá exclusivamente en núcleos urbanos. En el año 2050 la población urbana superará a la que había en todo el planeta a principios de este siglo y para cubrir toda la demanda de esta nueva población, necesitaremos el equivalente a 3 planetas:

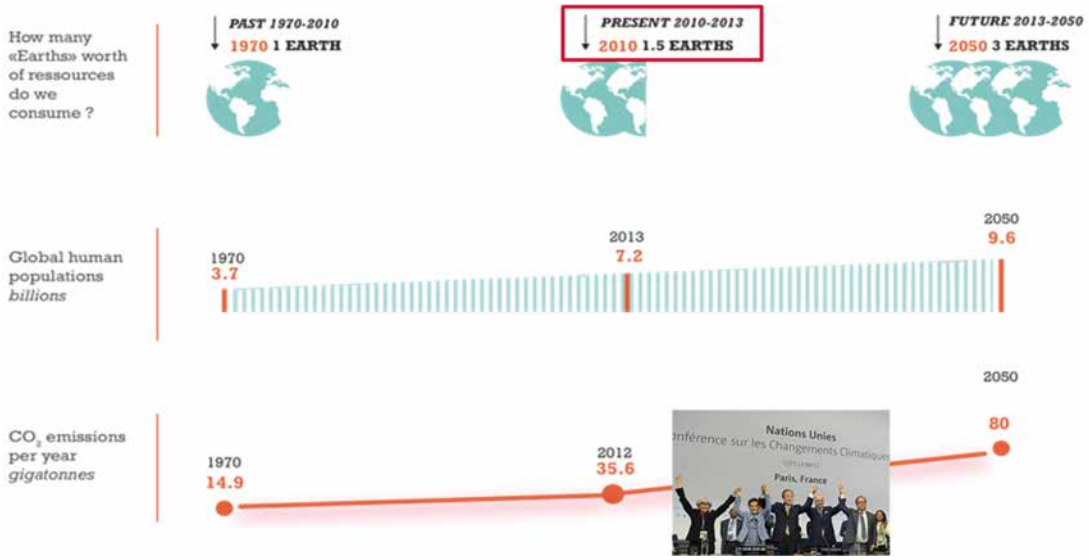


Figura 1. Living Planet report, Infographic 2013 Fuente WWF.

Como es evidente que solamente tenemos un planeta y no disponemos del tercer planeta para satisfacer todas nuestras necesidades, debemos de cambiar nuestro concepto de economía lineal y pasar a una economía circular focalizada en la reducción en la generación de residuos como base de la pirámide para después y tras la primera volver a utilizar aquellos residuos que podamos evitar generar. Solamente mediante la desvinculación del crecimiento del consumo ilimitado de recursos garantizaremos la continuidad de las especies tal y como la conocemos hoy.

EL SECTOR DE LA EDIFICACIÓN COMO GRAN OPORTUNIDAD

Esta población creciente demandará habitabilidad: nuevas viviendas y edificios no residenciales. Pasaremos de 1.900 millones de hogares en 2010 a cerca de 3.200 millones en 2050 y es que debemos de tener en cuenta que los edificios generan gran parte de los impactos ambientales que producimos la humanidad sobre el planeta ya que el sector de la edificación es el responsable de satisfacer las necesidades habitacionales de la nueva población nos obligará a una transformación profunda del sector de la edificación acompañada de un cambio global en todo nuestro sistema productivo aplicando principalmente tres estrategias:

1. Eficiencia energética, que debe convertirse en la fuente energética principal en el camino hacia el nuevo modelo
2. Un cambio en nuestras fuentes de energía, descarbonatando nuestro suministro actual, reduciendo el consumo de combustibles fósiles y favoreciendo el uso de renovables que en 2050 deberían representar la mayor parte de nuestro suministro
3. La transición hacia una economía circular donde los edificios y materiales alcancen la inmortalidad y puedan ser utilizados de forma infinita



Figura 2. Impactos ambientales generados por los edificios.

DESCRIPCIÓN DEL MARCO LEVEL(S) Y CÓMO ABORDA LA ECONOMÍA CIRCULAR

La transición a una economía más circular, en la cual el valor de los edificios, productos, los materiales y los recursos se mantenga en la economía durante el mayor tiempo posible, y en la que se reduzca al mínimo la generación de residuos, constituye una contribución esencial a los esfuerzos de la UE encaminados a lograr una economía sostenible, hipocarbónica, eficiente en el uso de los recursos y competitiva. Una transición de ese tipo brinda la oportunidad de transformar nuestra economía y de generar nuevas ventajas competitivas y sostenibles para Europa.

Por esta razón, desde la Comisión Europea se están abordando distintos mecanismos que permitan integrar en un futuro, indicadores del comportamiento ambiental de los edificios. Level(s) es un marco voluntario de medición para mejorar la sostenibilidad de los edificios. Utilizando las normas existentes, Level(s) proporciona un enfoque de la Unión Europea para la evaluación del comportamiento medioambiental en el entorno construido. Level(s) ha sido desarrollado por la Comisión Europea en estrecha colaboración con los actores de la industria de la construcción.

Level(s), diseñado como marco común de la UE de indicadores básicos de sostenibilidad para edificios residenciales y de oficinas, ofrece un conjunto de indicadores y parámetros comunes para medir el comportamiento medioambiental de los edificios durante su ciclo de vida. Además de estudiar el comportamiento medioambiental, que es su principal objetivo, también permite evaluar otros aspectos clave a tener en cuenta en la sostenibilidad al utilizar indicadores vinculados a la salud y el bienestar, el coste del ciclo de vida y los posibles futuros riesgos para el comportamiento y entre los que destacan un enfoque claramente circular.

El objetivo de Level(s) es ofrecer un marco común para hablar sobre la sostenibilidad de los edificios. Este marco, persigue facilitar la adopción de medidas a nivel de edificio que puedan contribuir claramente a la consecución de objetivos más generales de la política medioambiental europea. Está estructurado de la siguiente manera:

1. Macroobjetivos: un conjunto global de seis macroobjetivos para el marco Level(s) que contribuyen a la consecución de los objetivos de las políticas de la UE y de los Estados miembros en ámbitos como la energía, el uso de materiales y los residuos, el agua y la calidad del aire en interiores.
2. Indicadores básicos: un conjunto de nueve indicadores comunes para medir el comportamiento de los edificios que contribuyen a lograr cada uno de los macroobjetivos.
3. Herramientas relativas al ciclo de vida: un conjunto de cuatro herramientas para la generación de escenarios y una herramienta para la recogida de datos, además de una metodología de análisis del ciclo de vida (ACV) simplificada, diseñadas para respaldar un análisis más holístico del comportamiento de los edificios basado en un enfoque que abarque todo el ciclo de vida.
4. Calificación del valor y del riesgo: un sistema de listas de comprobación y calificación que ofrece información sobre la fiabilidad de las evaluaciones del comportamiento realizadas utilizando el marco Level(s).

Estructura de los indicadores Level(s)		
Comportamiento medioambiental	Salud y bienestar	Costes, valor y riesgos
1. Huella de carbono en el ciclo de vida	4. Espacios saludables y confortables	5. Adaptación al cambio climático
1.1 Comportamiento energético en la fase de uso	4.1. Calidad del aire interior	5.1. Futuros escenarios climáticos
1.2. Potencial de calentamiento global en el ciclo de vida	4.2. Horas fuera de rango	6. Coste de ciclo de vida y valor de los inmuebles
2. Uso eficiente de recursos naturales	Indicadores potenciales: Iluminación y acústica	6.1. Coste del ciclo de vida
3.1. Inventario de materiales del edificio		6.2. Creación de valor y factores de riesgo
3.2. Durabilidad, adaptación y deconstrucción		
3.3. Residuos de la construcción y demolición		
4. Uso y gestión eficiente del agua		
4.1. Consumo de agua en fase de uso		

Figura 3. Estructura de indicadores en LEVELs.

Además, el marco Level(s) tiene como finalidad promover un enfoque que abarque todo el ciclo de vida. Guía a los usuarios desde un enfoque inicial centrado en aspectos individuales del comportamiento de los edificios hacia una perspectiva más holística, con el objetivo último de ampliar el uso que se realiza en Europa de dos herramientas esenciales: el análisis del ciclo de vida (ACV) y el análisis del coste del ciclo de vida (ACV).

Para evaluar la incorporación del concepto de economía circular en los edificios, Level(s) propone los siguientes indicadores:

- Inventario de los materiales de construcción con la masa como indicador y clasificado en los cuatro tipos principales de materiales definidos por Eustat (metálicos, minerales no metálicos, materiales de energía fósil y a base de biomasa)
- Vida útil, adaptabilidad y desmantelamiento, donde se valoran los aspectos de diseño que permiten ampliar la vida útil del edificio y garantizar un desmantelamiento que reincorpore los materiales al proceso productivo.
- Kg de residuos generados tanto en el proceso de construcción como en el de rehabilitación y desmantelamiento.
- Análisis de Ciclo de Vida de la cuna a la cuna contemplando los siete indicadores clave: potencial de calentamiento climático (CO_2), potencial de agotamiento del ozono estratosférico (CFC-11), formación de oxidantes fotoquímicos de ozono troposférico (PO_4), agotamiento de combustibles fósiles (MJ), potencial de acidificación de tierra y agua (SO^2), Potencial de eutrofización (NO_3) y agotamiento de recursos abióticos (kg SB).

LEVELS integra indicadores claramente alineados con un enfoque basado en la economía circular de los edificios entre los que destacan el uso eficiente de los recursos naturales a través de la concepción de un inventario de materiales que forman parte del edificio, la durabilidad de los mismos y su gestión durante su fin de vida basado en la siguiente idea que subyace dentro de todo el sistema:



Figura 4. Detalle de la gestión de residuos.

CONCLUSIONES

El concepto de economía circular es la única forma viable de garantizar nuestra forma de vida actual ya que no disponemos de los tres planetas que serán necesarios para satisfacer todas las necesidades de una población creciente y demandante en recursos. Garantizar la inmortalidad de los edificios y productos realizados a partir de materias primas mediante el concepto de reducir (durante la fase de diseño), reusar y reciclar es la única forma viable de garantizar la perpetuidad del actual sistema económico y desarrollo. Existen ejemplos claros de éxito en el sector de la edificación como, por ejemplo:

- Los sistemas de reutilización y reciclado de vidrio de construcción. El vidrio es un material inmortal que puede ser reutilizado de forma infinita en sus diferentes vertientes.
- Existen sistemas de reciclado de placas de yeso laminado que algunos fabricantes han desarrollado y que permiten dar una nueva vida a las placas de yeso laminado. Hoy, una placa de yeso laminado instalada en un edificio, durante la fase de deconstrucción puede ser retirada y dotarla de una nueva vida de tal forma que se reencarna en una nueva placa de yeso laminado en una nueva vida dentro de un nuevo edificio.

En cuanto a los temas legislativos, todos los cuerpos normativos seguirán avanzando para cambiar el paradigma actual garantizando la eficiencia energética dentro del sector de la edificación, el cambio en las fuentes de energía no renovables hacia fuente de energías procedentes de recursos renovables que permitan la descabonización de todo el parque edificado y la transición hacia una economía circular en la que los materiales puedan ser utilizados de forma infinita evitando el uso de nuevas materias primas que no tenemos. En ese sentido, la iniciativa de la comisión europea LEVELs, permite realizar un análisis más holístico ya que incluye factores relacionados con la salud y el confort, aspectos económicos y economía circular y se posiciona como un esquema de partida para que conceptos relacionados con la sostenibilidad puedan ser integrados dentro de los diferentes cuerpos legislativos que conforman el derecho de cada uno de los países comunitarios.

REFERENCIAS

- 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
- Protocolo de gestión de residuos de construcción y demolición en la UE. Comisión europea
- SAINT-GOBAIN PLACO. Proyecto de reciclado de residuos de placa de yeso laminado
- http://ec.europa.eu/environment/eussd/buildings.htm
- LEVELs press reléase La Comisión lanza el primer instrumento a escala de la UE para la notificación del rendimiento de los edificios en materia de sostenibilidad
- LEVELs flyer Rendimiento de los edificios en materia de sostenibilidad
- ISO 14040:2006: Environmental Management-Life Cycle Assessment-Principles and framework.
- ISO 14044:2006: Environmental Management-Life Cycle Assessment-Requirements and guidelines. ISO
- PCR 2013:01 Prefabricated buildings v. 1.1.
- UNE-EN 15804:2012+A1:2013 Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products.
- General Programme Instructions for the International EPD® System

CASA APOLONIA, AUTOCONSUMO Y PASSIVHAUS EN LA COMUNIDAD DE MADRID

Resumen Proyecto: Casa Apolonia es una vivienda unifamiliar energéticamente autosuficiente certificada Passivhaus Premium, situada en el municipio de la sierra madrileña de Soto del Real. Desde la redacción del proyecto hasta la posterior ejecución de obra, se ha realizado un seguimiento, llevado a cabo por una entidad auditora externa al equipo de desarrollo de proyecto y de la constructora, para la certificación de la vivienda. Es la primera vivienda con esta categoría de certificación de la Península Ibérica, lo que significa que produce hasta cuatro veces la energía total que necesita.



Figura 1. Casa Apolonia Sur.

DATOS GENERALES PROYECTO	
Emplazamiento:	Avenida de Navarra, Soto del Real
Uso Característico Edificio:	Residencial Vivienda unifamiliar
Zona Climática:	D3
Obra Nueva / Rehabilitación:	Obra nueva
Superficie Total Construida:	207,09 m^2
Fase del Proyecto:	Finalizada Julio 2019
Otros:	Vivienda Passivhaus Premium certificada.

MEMORIA DESCRIPTIVA

Agentes del Proyecto

- Promotor: promotor privado
- Proyectista: José Francisco Sánchez Fuentes, MADRIDARQUITECTURA
- Dirección Obra: José Francisco Sánchez Fuentes. Arquitecto. Dtor. de Obra. MADRIDARQUITECTURA
  Irene González Díaz. Arquitecta técnica. Dtora. de Ejecución. MADRIDARQUITECTURA
- Otros Técnicos Intervinientes: Consultoría Passivhaus: José Francisco Sánchez Fuentes. Arquitecto. MADRIDARQUITECTURA

- Certificador PH: Luis Fernández ENERGIEHAUS
- Otros Agentes: Constructora: MADRIDARQUITECTURA PROYECTOS PASIVOS

Antecedentes

El desarrollo de este proyecto, así como su ejecución, viene dado por el deseo de los autopromotores de habitar una vivienda con unas demandas energéticas mínimas que pudiesen ser cubiertas por generación de energía renovable y poder disfrutar de una alta calidad de aire en el interior de la misma. De esta forma nace Casa Apolonia, una vivienda construida bajo uno de los estándares mas exigentes que existe a día de hoy.

Descripción del Proyecto

Vivienda unifamiliar aislada ubicada en una parcela rectangular de 1.010m^2 en la Urbanización Sotosierra en Soto del Real, con la entrada principal en orientación Noreste (32 respecto al norte). La vivienda diseñada para una familia de tamaño medio, se desarrolla en dos plantas. En planta baja de 87,92 m^2 se ubican el vestíbulo, un baño, el cuarto de instalaciones, un despacho y la estancia principal un salón-cocina-comedor en openconcept con salida a un porche cubierto. A través de las escaleras se accede a la planta primera de 86,06 m^2 distribuidos en un baño completo, tres dormitorios individuales a lo largo del distribuidor y un dormitorio principal con baño privado y terraza descubierta con vistas a la sierra madrileña.



Figura 2. Casa Apolonia fachada norte.

Prestaciones del Edificio

La vivienda se proyecta, simula energéticamente y se construye bajo el estándar Passivhaus. Este estándar de construcción fija unos requerimientos relativos a la demanda de calefacción y refrigeración (límite 15 kWh/m^{2}año), carga de calefacción y refrigeración (límite 10 W/m^{2}año) y hermeticidad del edificio a 50 pascales de presión n50< 0,6 ren hora. Para la categoría Premium se requiere una demanda de energía primaria renovable para el total de todos los usos menor a 30 kWh/m^{2}año y una generación de energía renovable mayor a 120 kWh/m^2 año (superficie referenciada a la huella del edificio).

Simulación energética

La simulación energética de la vivienda se ha realizado con el programa de cálculo PHPP (Passivhaus Planning Package). La certificación energética de edificios, así como el cumplimiento del Código Técnico de la Edificación HE1 y HE0 se ha realizado a tráves de la Herramienta Unificada Lider Calener, uno de los procedimientos reconocidos por el Ministerio para ello.

Autoconsumo

La instalación de generación de energía eléctrica renovable en Casa Apolonia es un complemento ideal al tener la vivienda unas demandas energéticas muy bajas. La posibilidad de funcionar únicamente con energía renovable se hace realista y alcanzable, encaminándonos así a la transición energética.

El Real Decreto Ley 15/2018, de 5 de octubre nos ha abierto la puerta a más posibilidades de autoconsumo y a la simplificación de trámites, es por ello que los propietarios de este tipo de viviendan deciden invertir y apostar por ello.

Con la instalación fotovoltaica de Casa Apolonia se cubrirán las necesidades de la vivienda y los propietarios además de aprovechar lo restante en la carga de su vehículo eléctrico.

MEMORIA CONSTRUCTIVA

Sustentación del Edificio y Sistema Estructural

El edificio se sustenta sobre una losa de cimentación armada. Cuenta con una estructura mixta de hormigón armado en forjados y pilares de acero. Los forjados se han aligerado con bovedillas de EPS que además benefician al conjunto energéticamente hablando.

Sistemas de Envolventes y Acabados

La fachada de la vivienda está formada por un cerramiento de termoarcilla de 14 cm de espesor, enfoscado en su totalidad por el exterior. Sobre el enfoscado se coloca un sistema de aislamiento por el exterior (SATE) de EPS Neopor de 160 mm de espesor, 0,031W/mK y acabado acrílico, todo de la casa comercial FASSA BORTOLO. Al interior del cerramiento se proyecta la capa de hermeticidad de yeso y a continuación el trasdosado formado por perfileria y doble placa de yeso laminado de 15mm cada una. En su interior el trasdosado cuenta con 45 m de lana de roca URSA T18 P de 0,036 W/mK. En las zonas de fachada coloreadas el grosor del aislamiento es de 120mm.

Bajo la losa de cimentación se ha colocado un aislamiento XPS de URSA nVl con conductividad de 0,036W/mK y 140 mm de espesor.

Sobre el forjado aligerado de bovedillas EPS de cubierta de la vivienda se ha impermeabilizado y colocado aislamiento XPS de URSA NIII L de 0,036 W/mK de conductividad y 200mm de espesor. El acabado de la cubierta es de canto rodado.

Carpintería exterior

Las carpinterías exteriores son de FINSTRAL NovaLine Sistema Top 90, son de PVC y oscilobatientes con una Uf de 0,97 W/m^{2}K y permeabilidad al aire clase 4. Montan vidrio triple 4/Argon 14mm/4/Argon 14mm/4 con valores de Ug 0,64 W/m2K y g 0,59.

Las carpinterías van colocadas sobre premarcos aislantes de ISO CHEMIE, Winframer Typ 3, de 80x80 que van anclado al cerramiento de fachada. Este elemento tiene una conductividad de 0,04 W/mK.

La puerta principal es de DIERRE, modelo Synergy con una transmitancia de 1,40 W/m2K.



Figura 3. Carpintería PVC Finstral.

Protección solar

La vivienda cuenta con protección solar en todas las ventanas con estores enrollables motorizados ubicados en la zona exterior de las ventanas. Son de BANDALUX, con cajón exterior y cierre lateral de cremallera.

Sistemas de Acondicionamiento e Instalaciones

Calefacción y Refrigeración

La calefacción y refrigeración de la vivienda se soluciona con un equipo de aerotermia DAIKIN Altherma 3 con distribución interior por suelo radiante y refrescante POLYTHERM.

Agua Caliente Sanitaria

El ACS de la vivienda se produce con la misma bomba de calor aire–agua que la climatización. Con un equipo de aerotermia DAIKIN Altherma 3, el cual cuenta con un deposito de acumulación interior de 180L.

Ventilación

Para garantizar la salubridad en la vivienda y la alta calidad de aire interior se ha instalado en el cuarto de instalaciones un equipo de ventilación mecánica de doble flujo con recuperación de calor de ZEHNDER modelo ComfoAir Q350. Tiene un rendimiento de recuperación de calor del 90% y un consumo eléctrico de 0,24Wh/m^3. Los filtros de aire G4 y F7, garantizan que todo el aire que entra en nuestra vivienda a través del equipo entre filtrado y de la misma manera el aire que extrae se expulse filtrado al exterior. La distribución de conductos por el interior se realiza por falso techo ubicando las bocas de impulsión y extracción en las estancias que correspondan. Todo el sistema es del mismo fabricante.

Iluminación

Todas las luminarias y puntos de luz de la vivienda -tanto de interior como de exterior- instaladas, son tecnología LED.

Automatización y Control

Se dispone de un control individual por estancias del suelo radiante y refrescante.

Control monitorizacion y gestión de la energía eléctrica generada por los paneles fotovoltaicos a través del Interface SOLAREDGE Storedge. El usuario podrá gestionar la acumulación de energía en la batería, el consumo directo de la generación fotovoltaica, así como visualizar los consumos eléctricos de la vivienda.

Hermeticidad

La hermeticidad se ha garantizado con una capa de yeso proyectado en las fachadas de la envolvente, además de sellar con una membrana líquida de SOUDAL en zonas puntuales como los pasos de instalaciones. En los huecos de carpintería se han instalado cintas interiores adhesivas para la hermeticidad de SIGA entre el premarco, la fachada y la carpintería, así como cintas precomprimidas.

Energías Renovables in situ o en el entorno

Fotovoltaica

En la cubierta no transitable del edificio se situa sobre una estructura la instalación fotovoltaica de la vivienda. 29 paneles fotovoltaicos formados por capas de silicio amorfo ultradelgadas de PANASONIC, modelo HIT 325. La instalación está dividida en dos subsistemas, uno con 17 paneles, el inversor SOLAREDGE, batería de acumulación LG y un sistema de control y monitorización STOREDGE y el segundo sistema funcionará con 12 paneles y el inversor SOLAREDGE.

Ambos subsistemas producen una energía de 14.300kWh/año según los cálculos realizados en el programa PHPP.



Figura 4. Instalación fotovoltaica en cubierta.

PRESUPUESTO Y VIABILIDAD ECONÓMICA

El coste aproximado del metro cuadrado construido en esta vivienda ha sido de 1.500€.

CUMPLIMIENTO DB-HE AHORRO DE ENERGÍA

Los cálculos energéticos de cumplimiento de DB-HE se realizan inicialmente con el programa HULC reconocido por el ministerio y se complementa con el programa de simulación PHPP obteniendo los siguientes resultados:

INDICADORES	
Consumo Energía Primaria no renovable:	43,81 kWh/m^{2}año
Demanda Calefacción:	8,60 kWh/m^{2}año
Demanda Refrigeración:	2,57 kWh/m^{2}año
Aporte Renovables:	14.300 kWh/año
Hemerticidad (n50):	0,34 ren/h

CERTIFICACIONES ENERGÉTICAS Y AMBIENTALES

La certificación energética obligatoria de la vivienda se ha realizado con la Herramienta Unificada Lider Calener obteniendo una calificación de A.

Casa Apolonia, además, se ha proyectado y construido bajo el estándar passivhaus y se ha certificado como tal en la categoría Premium. Esta exigente certificación la otorga una entidad externa al proyectista y a la constructora. El proceso de certificación se inicia en la fase de diseño y acaba con la finalización de la obra. Durante todo este proceso el edificio se revisa exhaustivamente tanto en la simulación energética con el PHPP como en la construcción del mismo.

Como punto clave destacamos la prueba de hermeticidad, test Blowerdoor, de la vivienda. Este ensayo resulta imprescindible en la certificación passivhaus de la vivienda, es un criterio directo de certificación y garantiza que las infiltraciones no deseadas son mínimas.

La certificación Passivhaus Premium es la garantía para el cliente final de que la vivienda que adquiere cumple todos los requisitos establecidos por el Passivhaus Institut y funciona como tal.

IMÁGENES PROYECTO



Figura 5. Vista general Casa Apolonia.



Figura 6. Casa Apolonia fachada sur.



Figura 7. Carpintería Finstral.

MXM ARAGÓN – VIVIENDA UNIFAMILIAR

Resumen Proyecto: ¿Es posible diseñar una vivienda con conceptos bioclimáticos y basada en los principios básicos de las casas pasivas, pero con un carácter de diseño innovador y con una relación fluida con el exterior de la parcela? Tradicionalmente el plantear una vivienda que contemple esos principios de diseño y que resulte visualmente permeable o que cuente con una relación directa con el exterior, ha resultado contraproducente ya que, en esencia, se debe contar con un diseño de forma compacta y con dimensiones de huecos acotados (lo que conlleva la hermeticidad de vistas).

La propuesta es una vivienda unifamiliar Contemporánea (singular, vanguardista y moderna), Pasiva (alta eficiencia energética / EECN) y Ecodiseñada, que se implanta en el terreno en una única planta, integrándose en el entorno y cuyo desarrollo en la parcela responde al estudio de las orientaciones para un óptimo aprovechamiento de la captación solar, así como criterios de funcionalidad y distribución de espacios, que generan una armoniosa relación entre interior y exterior.

Esta vivienda cuenta además con un destacado aspecto vanguardista gracias a la rotundidad de sus formas geométricas y a la materialidad de sus acabados, con texturas y efecto de variación ante la incidencia solar. Partiendo de un entramado estructural sostenible, principalmente de madera, para resolver la envolvente se recurre a un sistema de fachada de paneles de madera contralaminada con trasdosado autoportante interior, con sistema de aislamiento de gran espesor por el exterior. La cubierta cuenta con un acabado vegetal, constituida por plantas tapizantes de bajo mantenimiento que permiten maximizar las ventajas ecológicas.

Con respecto a aspectos ambientales, el desarrollo de proyecto se realiza según criterios de Ecodiseño y apostando por un diseño basado en los principios básicos de la arquitectura pasiva encaminada hacia una edificación de consumo energético "casi nulo", mediante aislamiento térmico continuo de altas prestaciones en la envolvente, eliminación de puentes térmicos, control de las infiltraciones de aire, ventilación controlada con recuperación de calor, carpinterías de altas prestaciones, optimización de las ganancias solares (de la temperatura interior) y modelización energética.

Los sistemas de aporte directo pasivos se caracterizan por los grandes valores de superficie vidriada al Sur, que cuenta con un voladizo que reduce el impacto solar en los meses de verano. En orientaciones al este y oeste, se albergan unas lamas exteriores para contrarrestar los efectos del sol cuando sea necesario.

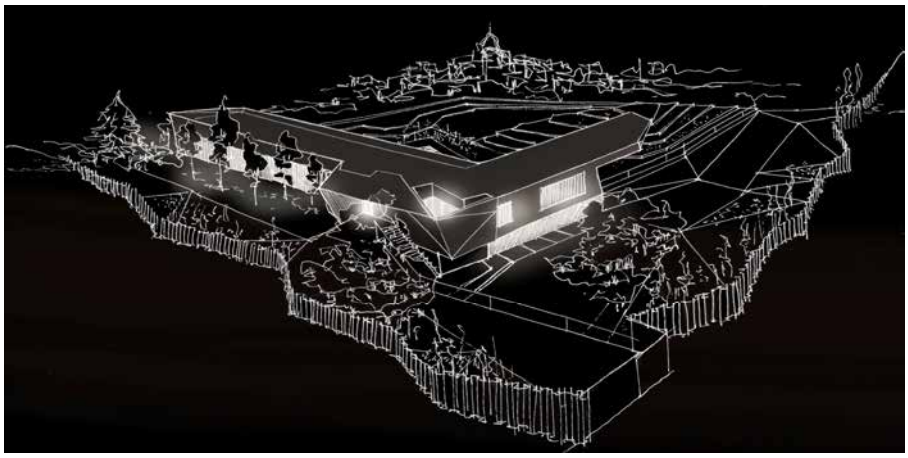


Figura 1. Ilustración representativa – Fase Proyecto.

DATOS GENERALES PROYECTO	
Emplazamiento:	Aragón
Uso Característico Edificio:	Vivienda Unifamiliar
Zona Climática:	Le corresponde, conforme al Apéndice B de CTE DB HE 1, la zona climática D2.
Obra Nueva / Rehabilitación:	Obra Nueva
Superficie Total Construida:	434 m²
Fase del Proyecto:	Fin de obra a 6 de mayo de 2019

MEMORIA DESCRIPTIVA

La propuesta edificatoria está basada en los principios básicos del Movimiento Moderno, con un marcado carácter contemporáneo que rompe con la habitual configuración de espacios confinados y con las formas compositivas y estéticas más tradicionales, adoptando sin embargo una respuesta volumétrica y material adaptada al entorno más inmediato. Los espacios interiores son todo lo luminosos y diáfanos posible y disponen de una gran continuidad con los espacios exteriores.

El proyecto se resuelve como un edificio de una única planta sobre rasante integrada en la topografía y una planta sótano. La excavación necesaria para dicha planta se reubica en una topografía artificial formada por bancadas de acero cortén, de manera que la tierra excavada es reutilizada en la urbanización de la propia parcela.

Inicialmente según los intereses del promotor se realiza la siguiente división funcional:

Planta Baja: Espacio de noche en ala este (dormitorio principal con baño y vestidor incorporados, 2 dormitorios secundarios con baño y vestidor incorporados). Y espacio de día en ala oeste (cocina - comedor - estar y zona destinada a habitación de invitados con aseo) y salón en zona central de acceso (hall, salón, aseo y ropero).

Sótano: Resto de dependencias en sótano como son garaje, almacén / trastero y espacios para albergar instalaciones.

En cuanto a las estancias exteriores que completan el programa, se ha dispuesto una primera zona pavimentada y cubierta mediante aleros para la protección solar, en las fachadas Sur y Este, y que cuenta con elementos verticales que lo delimitan visualmente y dan privacidad a las estancias de noche. Comunicado con el comedor interior se encuentra una zona exterior de porche cubierto con una cubierta acristalada. La piscina exterior se sitúa frente a la fachada Sur.

En el resto de la parcela se ha realizado un tratamiento vegetal mediante un uso racional de la vegetación, no requieren de un alto mantenimiento. El cerramiento de la parcela está formado por un cerramiento de acero cortén, con el fin de dar privacidad a la vivienda.

Agentes del Proyecto

- Promotor: particular
- Proyectistas: i2G arquitectos
- Dirección Obra: i2G arquitectos
- Otros Técnicos Intervinientes: Luis Miguel Soler (dirección de ejecución)
- Colaboradores: Inargest (estructura hormigón fase Proyecto), Madergia (estructura madera fase Proyecto), Egoin (estructura madera fase obra), Geinor (instalaciones fase proyecto), Alarco (instalaciones fase obra)
- Empresa contratista obra: Construcciones Torla & Tena Proyectos
- Fotografías: Josema Cutillas

Descripción del Proyecto

El edificio proyectado desarrolla una volumetría singular, fruto de su adaptación a los condicionantes de parcela, de orientación, de programa y de normativa urbanística. Su envolvente se resuelve en un número reducido de materiales, de colores y de texturas con el fin de buscar un alto nivel de armonía visual y permitir su integración sosegada en el entorno.

La edificación se ha situado en la alineación norte permitida con el fin de cumplir con las restricciones urbanísticas. Cuenta con una forma en planta en ‘‘L’’ buscando la mejor orientación en cuanto a soleamiento y vistas. Las fachadas Norte y Oeste son principalmente ciegas consiguiendo una privacidad adecuada del interior de la vivienda, mientras que las fachadas Sur y Este son acristaladas y se abren hacia el jardín privado en el que se sitúa la piscina.

El programa establecido por la Propiedad plantea agotar la edificabilidad permitida por el planeamiento (300m²), quedándose en una superficie de 299,56m² (computada sobre rasante). La propuesta desarrolla el programa de necesidades en un edificio con sótano y planta baja, pudiéndose describir en líneas generales del siguiente modo:

NIVEL -1 [planta sótano]: Superficie construida 140,76 m². Planta destinada a garaje, cuartos de instalaciones y almacén. Esta planta está comunicada con la planta baja a través de una escalera exterior que conduce al acceso principal de la vivienda.

NIVEL 0 [planta baja]: Superficie construida: 299,94 m². Planta destinada a vivienda.

La propuesta se basa en los principios fundamentales de la Arquitectura Pasiva. Básicamente se fusionan los conocimientos adquiridos por la arquitectura tradicional a lo largo de los siglos con las técnicas más avanzadas en confort y ahorro energético. De esta idea ha surgido una edificación con el doble fin de ganar todo el calor solar posible (cuando se desea) y evitar las pérdidas de calor (a las ganancias en verano), para lo cual se ha estudiado tanto el diseño como los materiales empleados y dar así origen a una edificación ahorradora y muy confortable.

Este proyecto ha sido concebido in situ, creado exclusivamente para el enclave donde se sitúa, integrado en su ambiente y respetando el entorno y el paisaje, al cual en ningún momento la edificación resta protagonismo.

Se ha estudiado cuidadosamente la orientación del volumen constructivo con el fin primordial de optimizar la energía incidente de forma natural, fundamentalmente el sol, y así conseguir la mejor climatización invernal posible del edificio. Por todos es sabido que una casa bien aislada pierde la mitad de calor, y si está bien orientada y con aberturas convenientes gana tres veces más energía que una casa convencional, con lo que sumados ambos conceptos es posible gastar seis veces menos energía que en una casa convencional.

Para recoger el máximo de radiación se ha elegido el emplazamiento que recibe un máximo de horas de sol, entre las 9 y las 15 h (hora solar). El volumen alargado según el eje Este-Oeste y ubicado en la parte norte de esta área soleada, expone mayor superficie hacia el sur en invierno, captando más radiación y resultando ser la forma más eficaz de minimizar las necesidades de calefacción en invierno y las de refrigeración en verano. De esta forma también se asegura que las zonas exteriores y jardines reciban un adecuado aporte solar en invierno. La fachada del edificio con orientación Sur exacta crea una relación de radiación invierno/verano del 270%, por lo cual la orientación de este edificio es óptima.

El acceso peatonal a la vivienda se realiza desde la calle norte a través de una cancela integrada en el cierre de la parcela. Una vez en el interior de la finca, una zona pavimentada conduce a un soportal exterior cubierto, protegido de las inclemencias meteorológicas, especie de antesala del acceso al interior de la vivienda. Nada más rebasar la puerta de entrada, se halla un vestíbulo/recibidor provisto de un aseo.

Desde el vestíbulo se accede en primera instancia a una zona de salón, un espacio diáfano y en torno al cual se distribuyen el resto de estancias de la vivienda (dormitorio de invitados, zona de día y zona de noche). Esta zona de salón cuenta con una altura libre mayor al resto de la vivienda, formada por una cubierta con faldones inclinados.

Desde este espacio de salón se accede directamente al dormitorio de invitados con su aseo propio. La iluminación natural se consigue a través de un patio abierto de luz, situado en la esquina norte del edificio, que permite la entrada de luz solar manteniendo la privacidad del dormitorio.

El ala Oeste del edificio incluye el resto de estancias de la zona de día de la vivienda, un espacio diáfano compuesto por cocina, comedor, estar y los cuartos de lavandería y despensa ubicados tras la cocina.

El ala Este incluye la zona de noche, distribuida a través de un pasillo al norte y que da paso a los dormitorios privados abiertos hacia el Sur. En primera instancia se sitúan los dos dormitorios secundarios, ambos cuentan con baño y vestidor privados, y están separados mediante un tabique móvil con el fin de poder convertir las dos estancias en un único espacio. En el extremo este del ala se encuentra el dormitorio principal, en primer lugar, se dispone la zona propia de uso dormitorio desde la cual se accede al espacio destinado a baño y vestidor.

La vivienda además de contar con dimensiones generosas y una altura libre holgada (principalmente 2,75 m, excepto en aseos, vestidores y almacén anexo a cocina donde se reduce a 2.5 m), dispone de amplísimas aperturas acristaladas, orientadas al jardín privado en el que se encuentra la piscina, que establecen un alto grado de continuidad entre el interior y el espacio exterior de la parcela.

Prestaciones del Edificio

La sustentación del edificio se resuelve por cimentación superficial mediante zapatas de Hormigón Armado. A nivel estructural, los pilares están formados por perfiles de acero laminado. En cuanto al forjado de cubierta, se resuelve mediante unos elementos mixtos de vigas de madera laminada y paneles (tableros) de madera que combina las ventajas de la prefabricación con el confort proporcionado por el material de la madera, además de constituir una solución constructiva sostenible y de alto espesor de aislamiento térmico gracias al aislamiento incorporado en los intersticios de las vigas de madera. La utilización de este recurso permitirá un mayor grado de industrialización del

proceso de construcción del edificio. El forjado entre planta sótano y planta baja se resuelve mediante un forjado de losa maciza de hormigón armado.

Para resolver la envolvente vertical del proyecto se recurre a un sistema de fachada de paneles de madera contralaminada revestidos por el exterior y con un trasdosado autoportante interior. Para el aislamiento de fachada se plantea una solución de sistema de aislamiento por el exterior de alto espesor.

La envolvente horizontal (cubierta) tiene un acabado superior de tierra vegetal no intensiva, cuya vegetación está constituida por plantas tapizantes de muy bajo mantenimiento que permite maximizar las ventajas ecológicas de la cubierta. Para complementar el sistema de aislamiento incluido en la estructura portante de paneles de madera se prevé la colocación de un aislamiento mediante poliestireno extruido en continuo bajo la impermeabilización.

Se da cumplimiento a los parámetros en los que se basa el enfoque hacia una casa pasiva: incremento de aislamiento, eliminación de puentes térmicos, control de las infiltraciones de aire, ventilación controlada mediante recuperadores de calor, carpinterías de altas prestaciones, optimización de las ganancias solares y de la temperatura interior y modelización energética.

Las principales características de esta casa pasiva son las siguientes: Óptimo aislamiento térmico (Aislamiento de todas las superficies opacas, incluyendo el suelo, creando una cubierta completamente estanca), Prevención de la formación de puentes térmicos (Tanto en la planificación del proyecto como en la extraordinaria calidad de todos los detalles), Estanqueidad (Se evitan, en la medida de lo posible, las infiltraciones indeseadas de aire), Acristalamiento con protección térmica (Ventanas de triple acristalamiento y marcos altamente aislantes que se integran en la capa aislante) y Ventilación activa (Mediante la alimentación permanente de aire fresco y la eficaz recuperación de calor del aire de escape).

Los sistemas de aporte directo pasivos se caracterizan por los grandes valores de superficie vidriada al Sur. Para reducir el impacto solar en los meses de verano se sombrea esta galería con un voladizo horizontal fijo, siempre de saliente igual o superior a una cuarta parte de la altura. Esta simple proyección horizontal opaca situada al exterior encima de la galería es un sistema efectivo para sombrear el vidrio al Sur.

En todo caso, donde no se pueda garantizar este sombreamiento necesario al 100% en verano, casuística que acontece sobre todo en orientaciones al este y oeste, se albergan unas lamas exteriores (plegables y regulables) para contrarrestar los efectos del sol cuando sea necesario

Entre los sistemas o “aspectos activos”, la vivienda cuenta con un sistema de ventilación mecánico que incorpora una recuperación del calor del aire con grado de aportación de calor (entorno al 90%), que va acompañado de una batería de agua fría para hacer frente a los “picos” de calor respectivamente.

Así como cuenta con una calefacción a baja temperatura mediante bomba de calor geotérmica con un elevado COP>4. Este sistema de calefacción por suelo radiante será a su vez refrescante/refrigerante durante los meses cálidos.

A continuación, se mencionan otras medidas adoptadas en el proyecto con el fin de conseguir la máxima sostenibilidad.

- Reubicación de tierras excavadas en la urbanización de la parcela (en la topografía artificial realizada con bancadas vegetales y el cierre de parcela natural).
- Agua caliente sanitaria y sistema de apoyo de climatización mediante la instalación una de bomba de calor de alta eficiencia utilizando la energía renovable de la geotermia.

MEMORIA CONSTRUCTIVA

Sustentación del Edificio y Sistema Estructural

- Cimentación en planta baja: Zapatas corridas o aisladas con vigas centradoras, con pozos de cimentación de unos 2.8 m sobre gravas limo arenosas.
- Cimentación en planta sótano: Mediante zapatas corridas sobre gravas limo arenosas.
- El edificio se compone formalmente por dos prismas rectangulares, que se unen formando un ángulo obtuso en planta, abierto hacia el Sur de la parcela.
- La planta sótano, se resuelve con muros de hormigón armado.

La estructura de planta baja se compone de pilares de acero y el resto de la estructura correspondiente a la conformación de la vivienda, superficie de cubierta y aleros, se proyecta en madera y se resuelve mediante vigas de madera laminada y tableros de madera para la conformación de los cierres superior e inferior de forjado de cubierta y en especial para el conjunto completo de la formación de aleros.

En esencia se ha propuesto un orden principal de cordón perimetral de vigas de madera laminada. Un orden secundario mediante cajón estructural con nervios ortogonal al orden primario, relleno de aislamiento y cerrado mediante tablero inferior y tablero superior. Los voladizos o aleros se resuelven alineados en los ejes del orden secundario anterior, mediante nervios de panel, empotrados al orden principal y triangulando la superficie con tablero inferior y tablero superior.

Sistemas de Envolventes y Acabados

- CUBIERTA: Se trata de una cubierta con estructura de cabios de madera y grandes vuelos conformados mediante paneles (tableros conformando “costillas”) para su conformación, como prolongación de las vigas/cambios de soporte y sustentadas en una viga perimetral de madera de gran canto. La cubierta, es plana casi en la totalidad de la superficie, contando con un pequeño levante coincidente con la zona de salón en la que cuenta con tramos inclinados. Sobre y bajo los cabios de madera que conforman su estructura y dispuestos cada poco, con aislamiento entre ellos, se dispone un tablero de madera, todo ello recubierto y sellado mediante una barrera de vapor, para después realizar la formación de pendientes con mortero aligerado. Sobre ello se coloca el panel aislante de poliestireno extruido, espesor 60 mm, que se cubre con lámina impermeabilizante de PVC. Sobre este paquete se dispone la cubierta vegetal (sedum) colocada sobre una manta retenedora de humedad, así como en otras zonas puntuales relleno de grava. Entre cabios se insufla aislamiento de celulosa, espesor 400 mm.
- FACHADA: Para la elección de materiales de envolvente y acabados se ha tenido en cuenta la relación con el entorno natural de la zona, buscando una integración en el mismo mediante el uso de materiales, colores y texturas cálidos en tonos de colores en la línea ocre (terrizo). El sistema completo está compuesto por: SATE (Acabado en revoque con EPS grafitado de espesor 180 mm) + Soporte (Panel contralaminado de madera CLT de 80mm), Trasdosado interior autoportante libre (12.5+12.5 + 70) con lana mineral.
- CARPINTERIAS EXTERIORES: Las carpinterías se desglosan en distintas tipologías en función de la fachada donde se colocan o del recinto que iluminan. En su colocación se implanta una junta de estanqueidad perimetral a base de cinta expansiva multifunción precomprimida, sellados mediante Espuma elástica y Lámina adicional de estanqueidad al aire. Los acristalamientos son Triple acristalamiento con dos vidrios de baja emisividad y con intercalario Warm Edge.
- PROTECCIONES SOLARES: Para garantizar la protección solar activa de los huecos de fachada orientados hacia el Sur y Este se procede a la colocación de persianas venecianas exteriores guiadas por cable y motorizadas, con control de soleamiento y viento. En los huecos de fachadas Norte y Oeste se dispone un sistema de celosías exteriores en acabado revoque como el resto de fachada.
- SUELO GENERAL VIVIENDA: La composición de los suelos en el interior de la vivienda en general es la siguiente: Sobre el forjado de hormigón doble panel aislante de poliestireno extruido XPS (espesor 140 mm), Sistema de calefacción por suelo radiante/refrigerante, que conlleva panel portatubos aislante (espesor 20 mm), y Pavimento de gres porcelánico.

Sistemas de Acondicionamiento e Instalaciones

Calefacción, refrigeración y ventilación

Consta de un sistema de generación de calor/frío mediante bomba de calor con sistema de geotermia para climatización por suelo radiante y generación de ACS (la producción de ACS es por acumulación) y un sistema de ventilación de doble flujo con recuperador de calor y batería de post-tratamiento.

El sistema de calefacción está compuesto por una bomba de calor mediante sistema de geotermia, que se fundamenta en el aprovechamiento de la temperatura del terreno, para climatizar la vivienda a través de instalación de suelo radiante/refrigerante por tubería de agua colocada sobre paneles aislantes y embebida en el recrecido de los suelos. Se ha previsto una zonificación del edificio que tenga en cuenta la orientación y el horario de funcionamiento de los distintos recintos que lo componen.

Básicamente, el sistema se compone de los siguientes elementos:

- Sistema de ventilación mecánica controlada. La instalación de un sistema de ventilación, renovación y recuperación con post-tratamiento, se compone de un recuperador de calor de doble flujo a contracorriente de altísima eficiencia con intercambiador entálpico (by-pass para free-cooling y eficiencia media certificada 95%) y se complementa con una batería de agua como post-tratamiento, para el aporte de potencia de frío.
- Sistema de calefacción / ACS. Consta de un sistema de captación geotérmica vertical que aporta energía a una bomba de calor geotérmica que impulsará agua al sistema de suelo radiante en todos los locales calefactados. La captación geotérmica consta de una perforación vertical (150 metros) ubicada en el exterior de la vivienda. La bomba de calor seleccionada tiene una potencia térmica suficiente para abastecer la totalidad de la demanda energética del edificio a plena carga. La instalación contiene dos depósitos de acumulación uno parar calor (con posibilidad de producción de ACS de forma instantánea) y el otro para frío. El sistema se complementa con cinco captadores solares ubicados en la cubierta plana del edificio. Pudiendo aportar calor bien al depósito de acumulación de calor para el ACS instantáneo o calefacción, bien a la piscina que será transferida mediante un intercambiador de calor. El sistema de calefacción proyectado para la vivienda utiliza como elemento emisor un sistema por suelo radiante/refrigerante. Frente a otro tipo de emisores para el acondicionamiento térmico de locales, este sistema presenta como ventaja fundamental una menor temperatura del fluido caloportador lo que lleva a utilizar sistema de generación térmica de menor consumo energético y más respetuoso con el medio ambiente. La calefacción por suelo radiante, al ser un sistema de baja temperatura, es muy adecuado para las instalaciones de generación de calor mediante bomba de calor geotérmica, consiguiéndose una mayor eficiencia energética a la vez que un adecuado confort para el usuario de la vivienda. Además, genera una mayor sensación de bienestar debido a la radiación calorífica uniforme en todas las direcciones proporcionando un mejor nivel de confort térmico y la ausencia de emisores terminales aumenta el espacio disponible y la estética de los espacios acondicionados. La disposición de la tubería se ha realizado de tal forma que se consigue un buen reparto del calor/frío por toda la superficie, mediante distribución en espiral extendiendo el tubo desde los límites exteriores de cada habitación hacia el centro dejando distancia de separación para el retorno del tubo. Este tipo de geometría es la más adecuada para conseguir una temperatura homogénea en la superficie radiante. Se ha previsto paso tubo de 10 cm para más eficiencia (menor temp. impulsión) y respuesta más rápida.
- Sistema de regulación y control. La instalación de climatización de la vivienda en su totalidad esta domotizada y cuenta con sensores de temperatura, humedad y CO2. Se crea un clima que se ajusta a cada ocasión que se desee. Y puede constantemente adaptarse a la actividad que se realiza en la estancia: persianas, cortinas, particiones, calefacción/refrigeración. Al sistema se le ha añadido una estación meteorológica para poder prever inclemencias meteorológicas y controlar los elementos motorizados como protección.

Iluminación

La instalación está excluida del ámbito de aplicación de la exigencia del DB HE apdo. 1.1 y 1.2 sección 3, si bien en toda la instalación interior y exterior se han empleado luminarias de bajo consumo Led, cuyo funcionamiento está domotizado. Se han sustituido los clásicos interruptores de luz y dimmers por un concepto de iluminación que regula todo perfectamente para la vivienda a través de sensores, pantallas táctiles y teclados, integrado en el sistema domótico.

Automatización y Control

Se ha realizado la integración domótica, integrada en sistema KNX, en los siguientes ámbitos: Iluminación, Persianas y motorizaciones, Climatización, Alarmas técnicas y seguridad, y Gestión domótica.

Energías Renovables in situ

Geotermia y energía solar térmica.

PRESUPUESTO Y VIABILIDAD ECONÓMICA

Reservado.

CUMPLIMIENTO DB-HE AHORRO DE ENERGÍA

Se consigue una casa eficiente con cerramientos exteriores (envolvente) con un Coeficiente de Trasmisión Térmica de:

- Cubierta 0,10 W/m²K [< 0,25 W/m²K]
- Muro de Fachada 0,12 W/m²K [< 0,30 W/m²K]

- Ventanas varias entre 0.77 - 1.02 W/m²K [≤ 1,2 W/m²K]
- Suelo 0.15 W/m²K [< 0,35 W/m²K]

Calificación Energética:

Consumo Energía Primaria no renovable:	11.27 A (Kwh/m2 año)
Demanda Calefacción:	21,19 A (Kwh/m2 año)
Demanda Refrigeración:	6,06 B Kwh/m2 año)
Aporte Renovables:	Demanda ACS cubierta 100%
Emisiones CO2 Edificio:	1,91 A (KgCO2/m2 año)

IMÁGENES PROYECTO



Figura 2. Vista nocturna Perspectiva NorOeste – Acceso peatonal (planta baja) y acceso rodado (planta sótano).



Figura 3. Vista nocturna Fachada Norte – Acceso a vivienda.



Figura 4. Detalle Perspectiva Noroeste – Acceso a garaje y porche superior cubierto.



Figura 5. Ortofoto *Norte.*



Figura 6. Detalle perspectiva Noreste – Distribuidor y Habitación principal.



Figura 7. Fachada Este – Habitación principal y terraza / piscina.



Figura 8. Alero lateral Fachada Sur y Celosías a terraza / piscina.



Figura 9. Cubierta.

CARABANCHEL ENSANCHE 34: VIVIENDA SOCIAL COLECTIVA BAJO EL ESTÁNDAR PASSIVHAUS

Resumen Proyecto: Primer proyecto de vivienda social para la EMVS del Ayto de Madrid de un edificio ECCN bajo el estándar Passivhaus. El proyecto consistente en 25 viviendas de VPPA y zonas comunes, se proyecta bajo criterios del CTE y se adecua bajo el estándar PH a partir de la finalización de la estructura, con la adecuación a los sistemas constructivos (sistemas SATE, fachada ventilada, carpinterías), y minimizando las instalaciones de calefacción y refrigeración, así como la resolución de detalles y encuentros que generan los numerosos puentes térmicos que se producían debido a la ya existencia de la estructura, y la necesidad de adecuación a la misma de todos aquellos elementos que intervienen en el estándar. Debido a la distribución y organización arquitectónica del programa de viviendas, la forma de resolución de los ensayos presenta unas particularidades consistentes en la realización de una única evolvente térmica y 5 líneas de hermeticidad con un único ensayo por planta, comunicando cada una de las viviendas presentes por planta. De esta forma se reduce el número de ensayos, todo ello con el objetivo de conseguir unos costes óptimos de construcción. Además, se han tenido en cuenta criterios de diseño bioclimático, eficiencia energética de sistemas, ecoconstrucción, confort interior (calidad del aire interior sin alérgenos e interiores libres de COV), y la gestión y utilización del agua.



Figura 1. Alzado frontal principal del edificio.

DATOS GENERALES PROYECTO	
Emplazamiento:	Avda. del Euro 49. Ensanche de Carabanchel. Madrid.
Uso característico edificio:	Residencial Colectivo
Zona climática:	Zona D3 (Madrid)
Obra nueva / Rehabilitación:	Obra nueva
Superficie total construida:	2947,57 m^2 (2606,02 m^2 s/r y 341,55 m^2 b/r)
Fase del proyecto:	Construcción – Finalización Agosto de 2019
Otros:	Vivienda social en régimen de alquiler VPPA

MEMORIA DESCRIPTIVA

Agentes del Proyecto

El desarrollo del proyecto ha sido posible gracias a la estrecha colaboración de todos los agentes implicados en el proceso constructivo, con el objetivo de conseguir un edificio ECCN bajo el standard Passivhaus.

- Promotor: Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid (EMVS).
- Proyectistas: Ruiz-Larrea & Asociados S.L. (César Ruiz-Larrea Cangas, Antonio Gómez Gutiérrez, Gorka Álvarez Ugalde, Miguel Díaz Martín).
- Dirección Obra: Ruiz-Larrea & Asociados S.L. (César Ruiz-Larrea Cangas, Antonio Gómez Gutiérrez, Gorka Álvarez Ugalde, Miguel Díaz Martín).
- Otros Técnicos intervinientes: Passivhaus designers: Antonio Gómez Gutiérrez, Diego Martínez Vélez / Certificador Passivhaus: VAND arquitectura / Dirección de ejecución: ATC Arquitectos Técnicos de Construcción / Asesoría: DOMENOSTRUM / Ing. Instal: EDISON ingeniería / Ing. estructuras: BAC.
- Otros agentes: Marco Obra Pública S.A.: empresa constructora / Onhaus: material de hermeticidad y puentes térmicos / Zhender: sistema de VMDF / ROCKWOOL: aislamientos térmicos y fachada sistema SATE / Weru: carpinterías de PVC / Bandalux: screens protección solar y oscurecimiento / Hobeki: servicios BlowerDoor / TOSHIBA: bombas de calor individual / Vaillant: caldera y renovables (térmico solar).

Antecedentes

El edificio forma parte del conjunto edificatorio “Carabanchel 34” conformado por 50 viviendas y aparcamiento semi-automático desarrollado en 2 fases, y proyectado por el equipo de arquitectura Ruiz-Larrea & Asociados S.L. El proyecto inicial fue fruto de un concurso público convocado por la EMVS bajo el nombre de Manubuild, con el objetivo de apostar por conseguir el máximo soleamiento en los espacios vivideros de día de las viviendas, configurando el edificio de una manera industrializada mediante la seriación y la repetición.

En la primera fase, “Carabanchel 34 Fase I”, se desarrolla bajo sistemas industrializados de construcción y buscando la máxima eficiencia energética. Así se construye el primer bloque de 25 viviendas, además del bajo rasante completo para albergar el aparcamiento semiautomático. En la segunda fase, objeto de este artículo, “Carabanchel 34 Fase II”, se desarrolla el resto de las 25 viviendas en un nuevo bloque, sobre la estructura existente, bajo criterios bioclimáticos, ahorro de energía, ecoconstrucción y de gestión y eficiencia hídrica, cumpliendo con el CTE. Al finalizar la fase de estructura, se adecua el proyecto original para adaptarlo a un edificio de ECCN bajo el standard Passivhaus.

Descripción del Proyecto

El programa de necesidades planteado es un edificio residencial multifamiliar de 25 viviendas de 1, 2 y 3 dormitorios y zonas comunes. Las viviendas son de carácter social de alquiler en el régimen de calificación de vivienda protegida pública de la CAM como VPPA.

Las viviendas del bloque se diseñan con criterios bioclimáticos y de sostenibilidad, organizándose en torno al núcleo de comunicación vertical (escalera y ascensor de cabina accesible), que da acceso a un corredor de distribución orientado a norte, lo que permite hacer que todas las viviendas sean pasantes con doble orientación norte-sur.

La vivienda de 1 dormitorio dispone de zona de día formada por cocina, tendedero y estar comedor, y la zona de noche que la integran un baño y un dormitorio. La vivienda de 2 dormitorios dispone de zona de día formada por cocina, tendedero y estar-comedor y la zona de noche que la integran un baño y dos dormitorios. La vivienda de 3 dormitorios dispone de zona de día formada por cocina, tendedero y estar-comedor y la zona de noche que la integran un dormitorio principal con baño incorporado y dos dormitorios y un baño.

Los huecos de las estancias están formados por huecos de composición vertical en su orientación sur incluyendo elementos de protección solar, y huecos de composición horizontal en su orientación norte más los accesos a los tendederos.

Las plazas de garaje provienen de la construcción de la Fase I por lo que son ya existentes en el sótano -2 en un aparcamiento semiautomático robotizado.

Prestaciones del Edificio

Los criterios fundamentales que han alimentado el proceso para alcanzar un edificio ECCN se basan en el estándar de construcción Passivhaus. Este certificado es el más exigente del mercado en materia de eficiencia energética y confort. Un edificio Passivhaus es aquel en el cual el confort térmico (según la ISO 7730) se consigue mediante el calentamiento o enfriamiento del flujo de aire necesario para alcanzar la ventilación óptima del espacio interior.

Las características del edificio proyectado son:

- Alto grado de confort térmico interior, tanto en la estación fría como en la cálida. Rango de confort de 20-25˚C.
- Aire de calidad excepcional garantizado durante 24 horas al día.
- Calidad en la construcción para evitar o minimizar los puentes térmicos, infiltraciones no deseadas, condensaciones superficiales o intersticiales etc. Se reduce el riesgo de patologías derivadas de la física de la construcción.
- Precios asequibles de construcción.
- Reducción de las facturas de consumo energético.
- Durabilidad en el tiempo de las soluciones constructivas. Garantía de un buen funcionamiento durante muchos años con medidas mínimas de mantenimiento.
- No requiere comportamientos específicos del usuario para lograr un correcto funcionamiento.
- Niveles elevados de satisfacción por parte del usuario / propietario.

MEMORIA CONSTRUCTIVA

Dentro de los objetivos planteados como filosofía de proyecto, se identifica el uso de energías más limpias y ahorros energéticos, y en aras de asegurar la funcionalidad, seguridad y habitabilidad de los edificios, se han planteado soluciones constructivas sostenibles y ecoeficientes para promover la reducción del consumo energético y la pérdida energética de la vivienda dentro de los parámetros marcados por el estándar Passivhaus. Además se han tenido en cuenta criterios de ecoconstrucción para que los materiales empleados dispusieran de DAP; la calidad del ambiente y del aire interior en los acabados interiores que están libres de COV y diseñados para que la temperatura interior de los cerramientos esté por encima de 17ºC; y en la gestión y reutilización del agua mediante el uso de equipos de alta eficiencia hídrica.

Sustentación del Edificio y Sistema Estructural

El edificio se apoya sobre la estructura existente del proyecto de “Carabanchel 34 Fase I”, que se ejecutó hasta la planta baja, y se calculó para el levantamiento en la Fase II. Así estaba construido el sótano -2, (aparcamiento), el sótano-1 (cuartos técnicos y soportal), y la planta baja con las esperas de arranque de los pilares del edificio objeto.

Los elementos portantes verticales están constituidos por pilares de hormigón armado, y en la fachada norte con una estructura de acero compuesta por un emparrillado metálico de pilares y vigas mediante perfiles laminares de tipo HEB-300, cuyos elementos colaboran como elementos portantes de la estructura del edificio. Los forjados son bidireccionales de hormigón con casetones perdidos de hormigón aligerado, con un canto de 25+5 cm y un nervio de 12,5 cm con un intereje de 82,5 cm. En el torreón de la cubierta hay una losa de hormigón de 20 cm.

Sistemas de Envolventes y Acabados

El fin proyectual se centra en controlar la energía interior y evitar los puentes térmicos, utilizando un tipo de fachada óptimo según la orientación, ejecutando así fachadas ventiladas en la orientación sur y fachada sistemas tipo SATE en la orientación norte y medianerías. Además, se tiene en cuenta el parámetro de la hermeticidad para controlar las posibles infiltraciones de aire que se puedan producir en los distintos encuentros de los elementos constructivos y alcanzar así los valores exigidos en Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo (EECN) y Passivhaus.

ENVOLVENTE TÉRMICA

SISTEMA DE CUBIERTA: sistema tradicional acabado en grava. Aislamiento térmico de XPS con borde mecanizado a media madera, con un λ= 0,036 W/mK, y formado por 2 planchas contrapeadas de espesor de 100 y 80 mm. $U_{cubierta}$= 0,18 W/m²K

SISTEMA FACHADA: soporte base formado por fábrica de ladrillo de ½ pie con acabado enfoscado exterior e= 15mm, guarnecido interior de yeso e= 15-20mm, y trasdosado de cartón yeso 46/400/15 relleno con aislamiento térmico de lana roca λ= 0,034 W/mK. Sobre este soporte base se realiza un tipo de fachada que varía según la orientación del edificio.

- a) Sistema SATE (orientación norte y medianerías): fachadas tipo SATE de distintos espesores, que tienen un λ= 0,035 W/mK con fijaciones de ruptura de puente térmico tipo Ejotherm H2 con un λ= 0,001 W/k. Fachada medianera y galería interior: e= 120 mm con una U_{SATE}= 0,20 W/m²K. Fachada interior en zona de escalera: e= 100 mm con una U_{SATE}= 0,26 W/m²K.
- b) Sistema fachada ventilada (orientación sur): acabado en panel metálico de chapa minionda sobre subestructura metálica con rotura de puente térmico mediante la colocación de fundas térmicas de espuma de PP de célula cerrada de e= 10mm en las fijaciones y anclajes de sustentación. Lámina de viento de poliéster no tejido, impermeable, transpirable al vapor de agua y estanco al aire para garantizar la eficacia del aislamiento térmico con juntas. Aislamiento con panel único de doble densidad con un λ= 0,034 W/mK con fijaciones de ruptura de puente térmico Ejotherm H2 con un λ= 0,001 W/k. Fachada sur: e= 100 mm con una U_{vent}= 0,20 W/m²K.

CARPINTERIAS EXTERIORES: carpintería certificada Passivhaus para clima templado con una transmitancia del conjunto del hueco de carpintería-vidrio para obtener unos valores de U_W= 0,93 W/m²K. El marco es un sistema de carpintería de PVC de (triple junta) con una U_f= 1,0 W/m²K. Acristalamiento de vidrio triple con cámara con valores de U_g= 0,7 W/m²K, con distanciador de vidrio de plástico y con ruptura de puente térmico. En la orientación norte la composición es de 4/12/4/12/4 relleno de argón 90% con un valor de g= 0,53, y en la orientación sur 3.3./12/4/12/3.3 relleno de argón 90% con un valor de g= 0,49. Todos los vidrios tendrán bajo emisivo y control solar en función de la orientación.

La puerta de acceso se realiza con el mismo tipo de perfil para obtener unos valores de U_p= 1,0 W/m²K y además garantizar la estanqueidad de la envolvente. Se opta por soluciones de carpintería de PVC-U de triple cámara con refuerzo de acero cincado, juntas EPDM y panel térmico tipo Cosmotherm de 28 mm y U_p= 1,0 W/m²K o vidrio de doble cámara 3+3/12/4/12/3+3 con una U_g= 0,7 W/m²K, bajo emisivo y acabado satinado.

PROTECCIÓN SOLAR DE HUECOS: sistema motorizado de cortinas enrollables en cajón con accionamiento eléctrico con guiado de cremallera lateral resistente al viento. En la orientación sur el tejido es de tipo blackout trend light blanco: transmisión 76% / absorción 12% G tot 0,02 / opacidad 100 en color RAL 9010; y en la orientación norte es de tipo trend light antracita: transmisión 7% / absorción 93% G tot 0,05 / opacidad 100 en color RAL Antracita 7016.

HERMETICIDAD

El sistema constructivo realizado con fábrica de ladrillo y hormigón, define la línea de hermeticidad del edificio, con una capa de yeso e=15-20 mm, en el trasdós de la fábrica de ladrillo. Por ello, se han implementado sistemas de sellado con cintas de estanqueidad con adhesivos (de alto rendimiento sin disolvente, ni COV ni sustancias de elevado punto de ebullición plastificante, ni cloro y ni formaldehido) para los sistemas de carpintería-marco interior, carpintería-marco exterior, soporte-marco interior y yeso forjado de hormigón; y membranas líquidas herméticas para los sistemas de sellado de pasos de instalaciones.

PUENTES TÉRMICOS

Tratamiento los puentes térmicos del edificio de acuerdo a las condiciones establecidas en los criterios de confort y salubridad de los edificios pasivos para mantener una diferencia de temperatura entre ambiente interior y superficie interior de la ventana ≤ 4,2 K y una temperatura superficial mínima de 17ºC.

A) Pasarelas exteriores: forjado superior exterior de XPS con un e= 50 mm y forjado inferior exterior de lana de roca con un e= 120 mm en cara inferior en una franja de 130 cm. B) Pilares de planta baja-primera: lana de roca en una

franja vertical de 600 mm y un e= 120 mm. C) Muros de planta baja-primera: lana de roca a 2 caras en una franja vertical de 450 mm y un e= 120 mm. D) Fachada ventilada: fundas térmicas en anclajes y cara superior de forjado de XPS de un e= 50mm, e inferior en franjas de 500 mm y un e= 120 mm. E) Insuflación de aislante térmico en patinillos técnicos de bajantes.

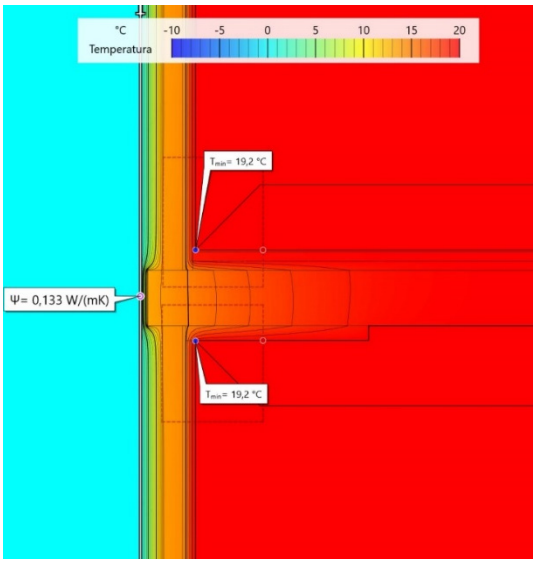


Figura 2. Estudio temperatura p. térmico medianería. Sección.

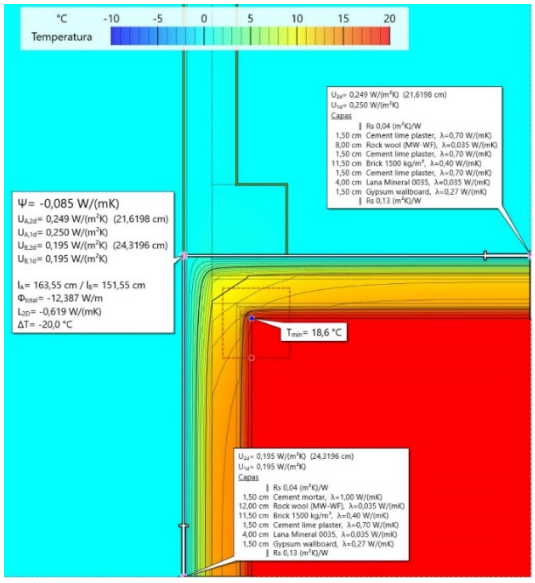


Figura 3. Estudio temperatura puente térmico Esc-Viv-Fachada.

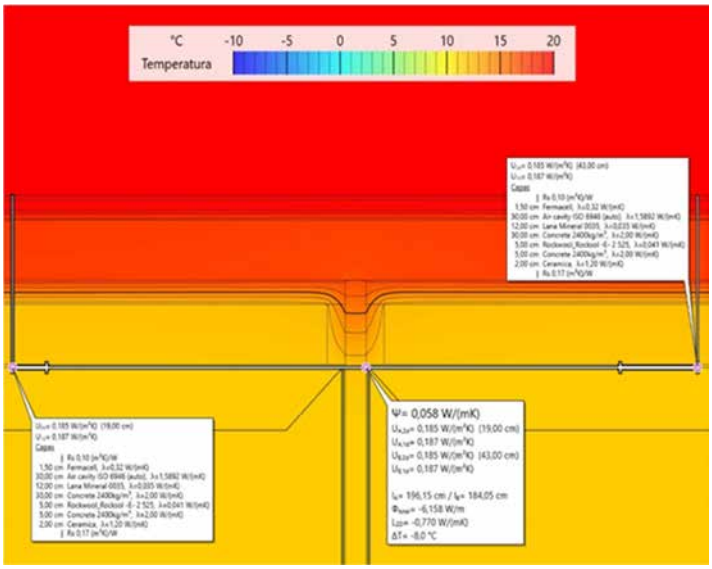


Figura 4. Estudio temperatura p. térmico tabique baja-primera. Sección.

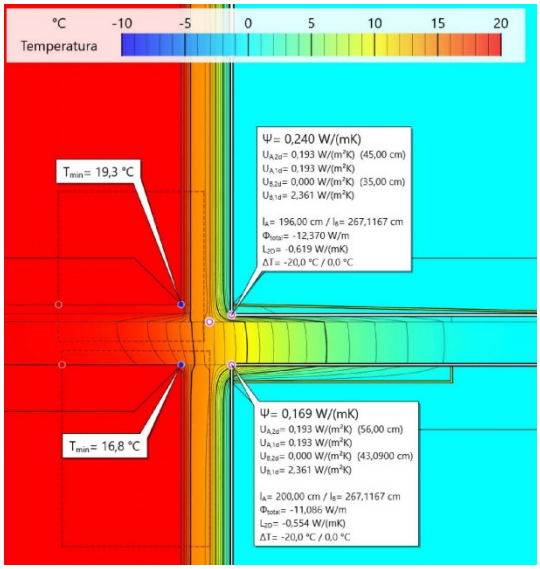


Figura 5. Estudio temperatura p. térmico Pasarela.

Sistemas de Acondicionamiento e Instalaciones

Como consecuencia de la aplicación del standard PASSIVHAUS en las viviendas, se produce una reducción de la demanda sustancialmente en casi un 60% sobre un edificio que cumple únicamente con las prestaciones del CTE.

- Demanda energética anual de calefacción por superficie útil: 6,95 kWh/ (m^2año)
- Demanda energética anual de refrigeración por superficie útil: 5.,9 kWh/ (m^2año)

Refrigeración y calefacción

Sistema de aire acondicionado frío-calor de alta eficiencia energética compuesto por la instalación de una unidad exterior ubicada en cubierta y una unidad interior tipo Split en el salón de las viviendas con una capacidad de 3,5 kW de potencia en frío y 3,7 kW de potencia en calor. El control de la temperatura se realiza mediante un termostato ubicado en la estancia principal. Este sistema aporta un alto nivel de confort con un nivel sonoro mínimo, evitando el impacto estético de los equipos de aire acondicionado**.** En calefacción el PHI aconseja disponer de un suministro auxiliar de calefacción, y se instala en los baños un radiador toallero eléctrico con una potencia de 750 W.

Ventilación

Ventilación de confort con recuperación de calor de alta eficiencia con equipos individuales por vivienda en colocación vertical, integrado en el mobiliario de cocina, con un rango de caudal entre 90-145 m^3/h con filtros F7 en admisión y G8 en retorno de equipo, obteniendo aire fresco para favorecer el bienestar, maximizar el confort, el ahorro energético y la ausencia de moho y bacterias. Equipos con certificado de componente Passivhaus, con un recuperador de calor de una eficiencia 82% (>75%), consumo eléctrico de 0,27 Wh/m^3 y unas fugas de 1,05 % (<3%).

Red de conducto de admisión y expulsión de aire realizado con tubo de polipropileno extruido de 155 mm (e=15mm). Sistema de distribución en estrella a partir de silenciadores independientes en retorno e impulsión por tubo en polietileno HDPE de diámetro 75 mm. La difusión se realiza con bocas de ventilación con efecto Coanda.

Iluminación

Zonas comunes con iluminación tipo LED y detectores de presencia. Las viviendas no se entregan con iluminación, por lo que se entregará a los usuarios un manual indicando la eficiencia energética recomendada para los electrodomésticos de las viviendas, así como para los tipos de luminarias.

Automatización y Control

Centralitas de control de regulación solar con valores de lectura de diferentes sondas de temperatura (Kol1 en captadores; Sp1 y Sp2 en acumulador solar) que actuará sobre las bombas y válvulas correspondientes.

Energías Renovables in situ o en el entorno

La energía renovable utilizada es la solar térmica para el cumplimiento del apartado de DB-HE4 de ACS. Se instalan 8 captadores solares en 2 filas, con una superficie de captación cada uno de 2,51 m^2 y disipador estático de 9 kW por fila. Se apoya por medio de una caldera de condensación de 60 kW, con un intercambiador de placas y dos interacumuladores térmicos de 1.000 l.

PRESUPUESTO Y VIABILIDAD ECONÓMICA

El proyecto ha servido para identificar y definir claramente los sobrecostes derivados de la construcción de un edificio bajo el standard Passivhaus, ya que se ha transformado un edificio que cumplía únicamente la normativa de CTE, en un edificio ECCN. Para ello se han aumentado las partidas correspondientes a carpintería exterior, vidrios, aislamiento y hermeticidad, y se han reducido las partidas correspondientes a las instalaciones de climatización y calefacción (reducción de la potencia de producción, y la sustitución de los emisores finales de la bomba de calor por suelo radiante). Con ello se ha aumentado el sobrecoste en un 4,16%.

- Repercusión coste/m^2 Edificio CTE: 872,51 €/m^2
- Repercusión coste/m^2 Edificio ECCN (standard Passivhaus): 908,80 €/m^2

CUMPLIMIENTO DB-HE AHORRO DE ENERGÍA

DB-HE 0_Limitación de consumo energético: $E_{no\ renovable}$= 37,10 kWh/m^2año ≤ 62,16 kWh/m^2año.

DB-HE 1_Limitación de demanda de energía: Calefacción: $D_{cal,edificio}$= 6,95 kWh/m²año ≤ $D_{cal,lim}$= 28,4 kWh/(m²año) / Refrigeración: $D_{ref,edificio}$= 5,79 kWh/m²año ≤ $D_{ref,lim}$= 15,0 kWh/m²año.

DB-HE 4_Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria: zona climática de Madrid / consumo (28 l/persona día= 1725,50l ACS)= 34405,50 kWh/año. Edificio= 51,8% ≤ CTE: 50%.

DB-HE 5_Contribución solar mínima de energía fotovoltaica: no es de aplicación.

Análisis energético del edificio

Balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica al exterior a través de elementos pesados y ligeros ($Q_{tr,op}$ y $Q_{tr,w}$ respectivamente), la energía involucrada en el acoplamiento térmico entre zonas ($Q_{tr,ac}$), la energía intercambiada por ventilación (Q_{ve}), la ganancia interna sensible neta ($Q_{int,s}$), la ganancia solar neta (Q_{sol}), el calor cedido o almacenado en la masa térmica del edificio (Q_{edif}), y el aporte necesario de calefacción (Q_H) y refrigeración (Q_C).

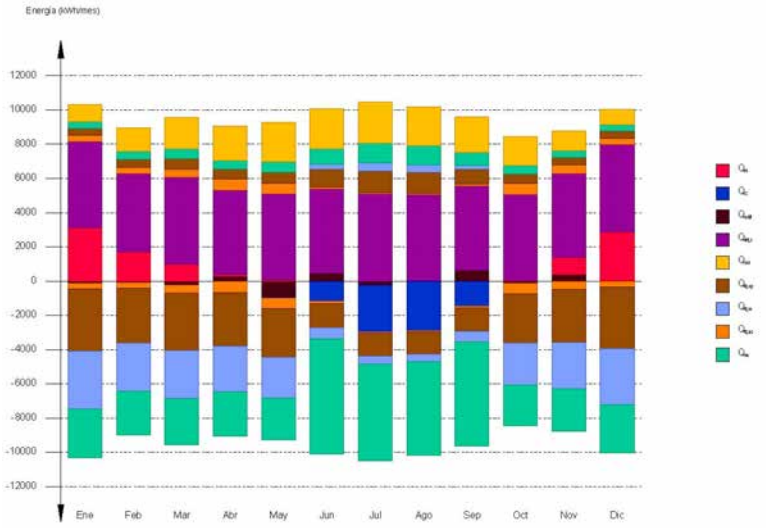


Figura 6. Balance energético mes a mes.

Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual, muestran los siguientes gráficos:

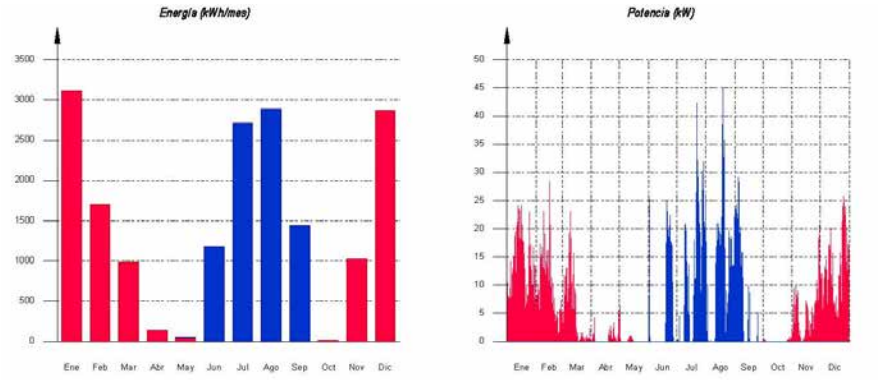


Figura 7. Demanda energética calefacción refrigeración y útil instantánea.

Resultados estadísticos del aporte energético de calefacción y refrigeración en los que se necesita aporte energético:

	Nº activ.	Nº días activos (d)	Nº horas activas (h)	Nº horas por activ. (h)	Potencia típica (W/m²)	Demanda típica por día activo (kWh/m²)
Calefacción	**185**	**182**	**2431**	**13**	**2.86**	**0.0382**
Refrigeración	**80**	**78**	**553**	**7**	**10.46**	**0.0742**

La evolución de la temperatura interior en las zonas modelizadas del edificio objeto se muestran en la siguiente gráfica, que muestran la evolución de las temperaturas mínimas, máximas y medias de cada día, junto a la temperatura exterior media diaria en cada zona:

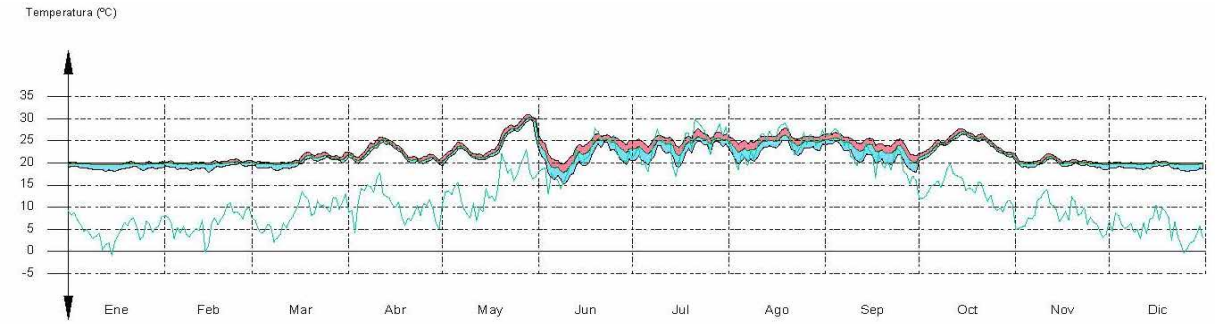


Figura 8. Evolución temperatura mínima máxima y media diaria con la exterior media diaria.

INDICADORES	
Consumo energía primaria no renovable:	37,05 kWh/m^{2}año
Demanda calefacción:	6,95 kWh/m^{2}año
Demanda refrigeración:	5,79 kWh/m^{2}año
Aporte renovables:	17.808,50 kWh/año
Emisiones CO_2 edificio:	7,29 kgCO_2/m^{2}año
Otros (indicadores):	Test medio Blower Door n50= 0,25 1/h

CERTIFICACIONES ENERGÉTICAS Y AMBIENTALES

El edificio se encuentra en fase de la obtención, bajo el Standard Passivhaus, del Certificado PASSIVHAUS CLASSIC.

IMÁGENES PROYECTO

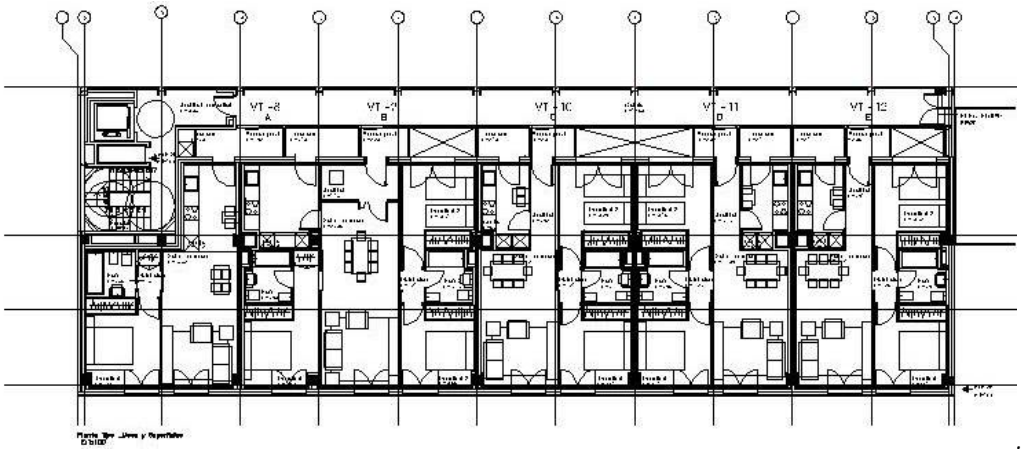


Figura 9. Planta tipo de viviendas.

MASSIVSOCIALHAUS, MANZANA DE 150 VIVIENDAS PROTEGIDAS EN GETAFE, MADRID

Resumen Proyecto: El objeto de la comunicación es describir la metodología de trabajo, los procesos y las soluciones de proyecto para llevar a cabo un proyecto EECN de carácter protegido mediante precio de venta limitado y de iniciativa privada en el municipio de Getafe, Madrid: Edificio Infinity. La metodología de trabajo es IPD (Integrated Project Delivery), método en el que todos los agentes participantes (promotor, técnicos proyectistas, constructor, comercialización, financiación, etc.) intervienen desde fases iniciales del proyecto con un enfoque integral mejorando la eficiencia y productividad en el proceso de diseño, fabricación y construcción aumentando a su vez el beneficio de la operación. Se ha trabajado aplicando metodología BIM como plataforma de colaboración entre todos los agentes intervinientes lo que ha permitido alcanzar un alto nivel de desarrollo en el proyecto, estudiar, prefabricar, y estandarizar soluciones que han minimizado costes. Igualmente se describirán las soluciones en el ámbito de diseño energético para alcanzar los criterios del estándar en relación coste-eficiencia y en la localización climática del edificio y los resultados energéticos finalmente obtenidos. Se trata de un proyecto ejemplificador que demuestra la viabilidad de un estándar de edificio de energía casi nula de referencia como Passivhaus en el campo de la vivienda social, haciendo viable el modelo de negocio mediante excelentes tiempos de comercialización en fase de tramitación de proyecto y otras muchas ventajas.



Figura 1. Vista fachada sur de Edificio Infinity en marzo de 2019.

DATOS GENERALES PROYECTO	
Emplazamiento:	Los Molinos, Getafe (Madrid)
Uso Característico Edificio:	Residencial Colectivo
Zona Climática:	D3(CTE), Cálido-templado (PHPP)
Obra Nueva / Rehabilitación:	Obra nueva. Vivienda Protegida con Precio de venta Limitado.
Superficie Total Construida:	53498,39 m²
Fase del Proyecto:	Acabados

MEMORIA DESCRIPTIVA

Agentes del Proyecto

- Promotor: Grupo Lobe
- Proyectistas/Dirección Obra: Dirección Integrada de Proyecto Grupo Lobe
- Consultoría energética: Área de Sostenibilidad y Eficiencia Energética, Grupo Lobe

  - Passivhaus Designers: Clara Lorente, Luis Lastres, Grupo Lobe
  - Passivhaus Tradesperson: Ángel Sánchez, Grupo Lobe
- Otros Agentes
  - Certificador Passivhaus: VAND Arquitectura
  - Infiltrometría: Área de Eficiencia Energética, Grupo Lobe y ECA
  - Ventilación: Siber
  - Aerotermia: Panasonic
  - Carpinterías: Kömmerling

Antecedentes

Supone el primer edificio en construcción residencial de vivienda protegida a gran escala en proceso de certificación Passivhaus Classic en la Comunidad de Madrid. Forma parte de la estrategia de Sostenibilidad y Eficiencia energética de Grupo Lobe consistente en la promoción, comercialización, diseño y construcción de todos sus edificios de consumo casi nulo y compromiso de certificación Passivhaus.

Descripción del Proyecto

Edificio Infinity conforma un conjunto edificado en manzana situado en Los Molinos, área en desarrollo situada al noreste de Getafe. El edificio se está construyendo en una única fase, con compromiso de certificación Passivhaus Classic. Las viviendas tienen una media de 85 m² de superficie y 3 o 4 dormitorios, son pasantes y cuentan con grandes terrazas en voladizo a las que se accede desde las estancias principales, proporcionando amplia protección solar de los huecos más expuestos. La presencia de ventanas en ambas fachadas permite la ventilación cruzada en todas las viviendas. El edificio tiene 5 alturas sobre rasante, 2 bajo rasante con garajes y trasteros, y planta baja que combina zonas libres y locales comerciales.

Prestaciones del Edificio

Residencial Basa de la Mora es un edificio de consumo casi nulo proyectado, simulado energéticamente y construido según los requerimientos del estándar Passivhaus: demanda de calefacción y refrigeración límite de 15 KWh/m²·año o carga de calefacción y refrigeración límite de 10 W/ m²·año, estanqueidad al aire de todas las viviendas con resultado del ensayo de presión n50 < 0,6 ren/h y demanda de energía primaria renovable límite de 60kWh/ m²·año.

Metodología IPD

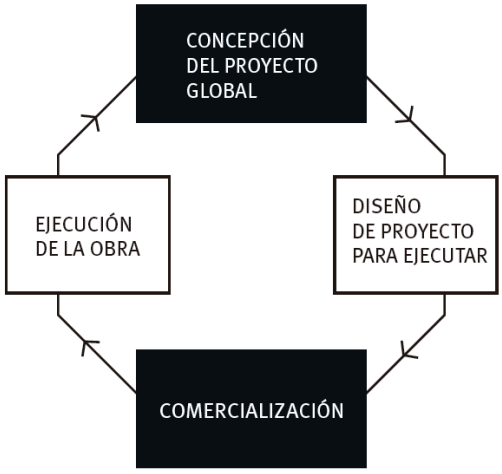


Figura 2. Ciclo metodología.

La metodología de trabajo IPD utilizada es posible gracias a la integración dentro de una misma empresa de todos los agentes encargados de hacer realidad el proyecto immobiliario. El estudio de suelos y viabilidad económica de las promociones en estudio ya tiene en cuenta el coste real de construccion del edificio, a partir de datos obtenidos de mediciones BIM y de experiencias previas de construcción de edificios EECN. La promoción pasa a fase de comercialización con tipologías de viviendas muy trabajadas y calidades que se definen directamente desde la oficina técnica que desarrolla los proyectos administrativos y coordina la ejecución de obra.

Las nuevas promociones cuentan desde las fases de encaje con la asesoría de los profesionales expertos en viviendas de consumo casi nulo integrantes del Área de Sostenibilidad y Eficiencia Energética de Grupo Lobe. Actuando a modo de consultoría energética interna, este área vela durante todo el proceso de proyecto para que los edificios cuenten con los resultados energéticos que se han definido como objetivo en el momento de definición de las características de la promoción. Una vez obtenidas las licencias pertinentes, el ciclo se cierra con la ejecución del edificio, a través de la contratación y planificación de tareas desde el modelo BIM de proyecto. La labor de

seguimiento en obra para garantizar la correcta ejecución de los detalles estudiados y la coherencia de la simulación energética con la realidad construida es vital para la consecución del objetivo que Grupo Lobe se ha propuesto: el diseño y construcción de todos sus edificios con calidades EECN mediante el aval de la certificación Passivhaus.

MEMORIA CONSTRUCTIVA

Sustentación del Edificio y Sistema Estructural

El sistema estructural del edificio se resuelve a partir de pórticos de hormigón armado ejecutado in situ. La cimentación se ejecuta mediante losa y los forjados son unidireccionales con viguetas y bovedillas de hormigón que incorporan elementos de alta resistencia térmica embebidos en los forjados para resolver los puentes térmicos de terrazas, dando continuidad al aislamiento de fachadas.



Figura 3. Piezas de alta resistencia térmica en la ejecución de forjado unidireccional de hormigón in situ.

Sistemas de Envolventes y Acabados - Diseño Pasivo

La fachada se ha resuelto con sistemas de construcción en seco, que sustituyen la hoja principal de albañilería y permiten mejorar las prestaciones térmicas del muro para obtener una transmitancia equivalente o superior en un espesor de fachada más reducido, alcanzando valores U de 0,24 W/m²K con 26 cm de espesor. La racionalización de los espesores de fachada es un aspecto esencial para optimizar la ratio superficie útil/superficie construida, tan relevante en el diseño de viviendas que ofrezcan una adecuada calidad espacial sacando un partido adecuado a la edificabilidad de la parcela.

La cubierta y el forjado de suelo de planta primera incorporan aislamiento por el exterior hasta alcanzar valores U de 0,23 W/m²K y 0,17 W/m²K respectivamente. La transmitancia de los muros vivienda-escalera se sitúa en torno a 0,35 W/m²K.

Las carpinterías colocadas tienen marcos de PVC con transmitancia Uf = 1 W/m²K e incorporan vidrios triples con lámina bajo emisiva, alcanzando una transmitancia térmica Ug = 0,6 W/m²K, y g=0,47. Las cámaras entre vidrios están rellenas en un 90% de gas argón y en un 10% de aire.

Las ventanas y balconeras situadas en salones y dormitorios incorporan persianas de PVC aisladas con EPS, con una transmitancia en cajón de 0,7 W/m²K. Para conseguir recionalizar el coste de este elemento constructivo, se desarrolló en coordinación con el fabricante una mejora propuesta y calculada por el Área de Sostenibilidad y Eficiencia Energética de Grupo Lobe a partir de un cajón de persiana de fabricación nacional, evitando la necesidad de importación de este elemento desde Centroeuropa.

La solución de estanqueidad al aire se resuelve en paramentos horizontales mediante la capa de compresión del forjado de hormigón. En los paramentos verticales, se resuelve mediante el despiece prefabricado de planchas de poliestireno, tanto expandido como extruido, con posterior sellado de juntas mediante pintura polimérica estanca. La conexión entre ambos paramentos se garantiza a través de zunchos de hermeticidad previstos en estructura y sellado de encuentros mediante pintura polimérica estanca. Los ensayos Blowerdoor que se están realizando en obra de fase I presentan resultados promedio n50 de 0,50 ren/h (ISO 9972).

Sistemas de Acondicionamiento e Instalaciones

Calefacción, refrigeración y ACS

El sistema de climatización escogido es aerotermia individual para producción de calor y frío, con suelo radiante como unidad terminal. Los equipos utilizados son de alta eficiencia, con rendimientos muy favorables en el trabajo a temperaturas medias. El suelo radiante permite trabajar a baja temperatura: 35 ºC en invierno y 18 ºC en verano, siendo un sistema de climatización por superficies que garantiza muy altos niveles de confort en invierno, pero sobre todo en verano: el suelo refrescante permite prescindir del uso de aire acondicionado, sistema que en ocasiones provoca disconfort debido al ruido y las corrientes de aire sobre todo durante los periodos de descanso.

El edificio dispone de agua caliente sanitaria con producción colectiva a través de una caldera de gas de condensación, y goza de un sistema de acumulación con apoyo solar térmico capaz de cubrir un 70 % de la demanda de ACS. El circuito de distribución y circulación para el ACS colectivo se encuentra debidamente aislado mediante coquillas de alta resistencia térmica y se mide en toda su extensión para computar las pérdidas de energía y tenerlas en cuenta tanto en el cálculo del balance energético del edificio como en el cómputo de las necesidades de energía primaria.

Ventilación

Se ha instalado un sistema de ventilación individual de doble flujo con recuperación de calor programado con tres velocidades dentro del rango de caudales certificado PHI. El rango de caudales real del aparato es mayor, quedando esta prestación a disposición del usuario para poder ventilar en modo free-cooling de verano. El equipo se sitúa fuera de la envolvente térmica para evitar presencia de ruidos continuos en vivienda, aspecto especialmente sensible en la percepción de confort. Consecuentemente los conductos de conexión entre recuperador de calor y vivienda están debidamente aislados y se computa la pérdida de rendimiento del equipo en el balance de energía global.

El sistema de distribución en estrella escogido facilita el equilibrado final de caudales en boca a través del pre-equilibrado en la caja de distribución, mediante piezas capaces de compensar la pérdida de carga que se produce en los conductos largos. El precálculo de equilibrado de caudales en oficina posibilita que la tarea de equilibrado final en obra sea rápida y sencilla, agilizando un proceso que ha de verificarse vivienda por vivienda.

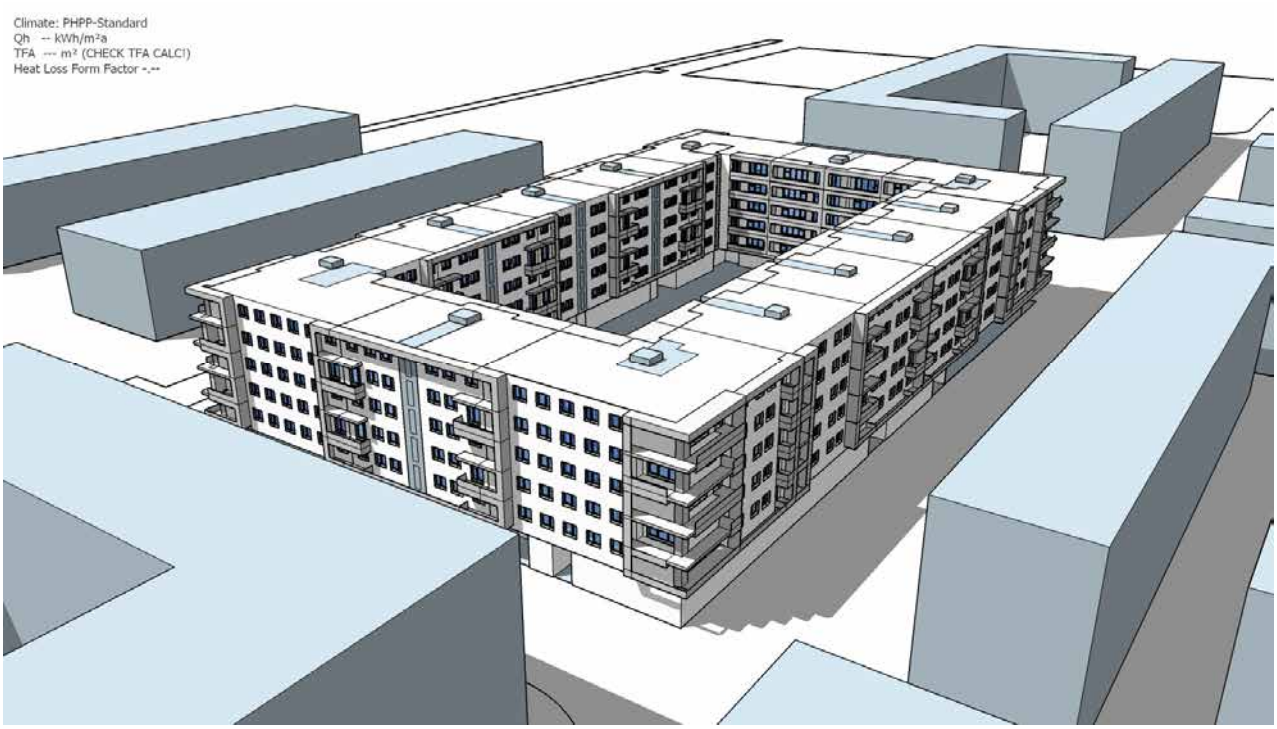


Figura 4. Modelado energético DesignPH de Edificio Infinity.

Iluminación

El proyecto incorpora luminarias led de bajo consumo en viviendas y zonas comunes. En trasteros y áreas de paso se coloca iluminación equipada con detectores de presencia, capaces de limitar consumos de energía innecesarios.

Automatización y Control

El sistema de climatización mediante aerotermia incorpora sondas de humedad y temperatura para posibilitar una regulación automática del equipo con el objetivo de conseguir unas condiciones ambientales pre-configuradas. El cuadro central de control permite monitorizar los consumos y el rendimiento del equipo, así como determinar la consigna de temperatura ambiental y de agua para impulsión en las unidades terminales. Este sistema permite la monitorización de datos de condiciones ambientales de temperatura interior y exterior, así como los pormenores del funcionamiento del sistema de climatización de forma remota, lo que permite un ajuste en tiempo real de la configuración de los equipos por parte del servicio técnico.

Energías Renovables

El edificio cuenta con apoyo a la producción de ACS de un 70% mediante energía solar térmica para cumplir los requisitos del Documento Básico de Ahorro de la Energía del Código Técnico de la Edificación.

PRESUPUESTO Y VIABILIDAD ECONÓMICA

El trabajo mediante Dirección Integrada de Proyecto (IPD) en Edificio Infinity ha compatibilizado criterios energéticos con criterios de promoción comercial, optimización económica y planificación de obra. Esta convivencia se traduce en un edificio con rentabilidad inmobiliaria que alcanza los requisitos del estándar passivhaus a través de soluciones constructivas sencillas que suponen una evolución a partir de la tradición constructiva de la zona. El cálculo analítico ha sido vehículo de optimización para, a través de sucesivas iteraciones, explorar las soluciones constructivas y tratamiento de encuentros necesarios para el edificio y el clima concreto en el que nos encontramos, evitando sobredimensionamientos.

CUMPLIMIENTO DB-HE AHORRO DE ENERGÍA

Edificio Infinity cuenta con una calificación energética A.

INDICADORES	
Consumo Energía Primaria no renovable:	24,55 kWh/ m²año
Demanda Calefacción:	12,85 kWh/ m²año
Demanda Refrigeración:	9,08 kWh /m²año
Aporte Renovables:	70% ACS
Emisiones CO2 Edificio:	4,39 kg CO2/m2año

Tabla I. Resultados energéticos y ambientales de Edificio Infinity.

CERTIFICACIONES ENERGÉTICAS Y AMBIENTALES

Edificio Infinity se ha calculado y se están construyendo conforme a las especificaciones y requerimientos establecidos por el estándar de certificación de la eficiencia energética en edificios Passivhaus categoría Classic.

El estándar requiere un riguroso cálculo del balance de energía y un continuo control de calidad en la ejecución de la obra para asegurar y justificar adecuadamente ante la entidad certificadora las prestaciones del edificio que se construye. La certificación somete al edificio a una exigente verificación por tercera parte que comprueba y garantiza cumplimento de los requisitos preestablecidos por el Passivhaus Institut.

Podemos remarcar el importante cambio que supone en la ejecución y planificación de obra el cumplimiento de los requisitos de hermeticidad al aire, que se verifica vivienda por vivienda mediante un ensayo de infiltrometría a final de obra, con el edificio en fase de acabados. La obligatoriedad de cumplimiento de la prueba Blowerdoor supone un control de calidad muy exigente que condiciona el diseño y la ejecución del edificio desde fase de estructura, y requiere la realización de tests intermedios para comprobar la eficacia de la capa de hermeticidad cuando es todavía reparable.

La comercialización de las viviendas se establece desde un primer momento con compromiso de certificación, cuestión que supone un distintivo de calidad para el cliente y una garantía de confort en cuanto al cumplimiento de unas exigentes condiciones de calidad de ambiente interior comprobadas exhaustivamente por una tercera parte.

CONCLUSIONES

La inclusión de un Área de Sostenibilidad y Eficiencia Energética dentro del grupo de agentes que integran los procesos IPD de Grupo Lobe ha sido fundamental en la integración del concepto EECN en los procesos de promoción, estudio de viabilidad, comercialización, proyecto y construcción de los edificios de vivienda colectiva generados por la empresa. El sistema de consultoría, realizada “in situ” y “a demanda” permite integrar los criterios de diseño pasivo y evaluar el balance energético de los edificios con una agilidad e inmediatez muy difíciles de conseguir en el caso de externalización de los servicios de consultoría energética.

El trabajo transversal con los distintos departamentos enriquece de forma constante la consecución de objetivos comunes, pues las áreas de especialización frecuentemente pueden trabajar de forma complementaria. Por ejemplo, el trabajo conjunto con el área de contratación permite la validación e incluso desarrollo de nuevos sistemas constructivos a partir de estudios de mejora de los componentes existentes en el mercado que permiten rebajar sustancialmente los importes de ciertas partidas de los presupuestos. Por otro lado, el apoyo en las labores de márketing mediante publicaciones especializadas y participación en jornadas técnicas enriquece los objetivos del departamento comercial mediante la divulgación de los edificios EECN Passivhaus tanto al público general como al sector profesional, colectivos en los que se observa una inquietud creciente en los aspectos relacionados con la sostenibilidad y la eficiencia. Un tercer ejemplo es la colaboración con las áreas de promoción y proyectos en la justificación administrativa de aspectos técnicos específicos relacionados con la eficiencia energética, como la calificación energética del edificio y el apartado de ahorro de la energía del Código Técnico de la Edificación.

EDIFICIO DE OFICINAS ARTICA TEXTILE

Resumen Proyecto: La nueva sede de Artica Textile consolida la apuesta por la Arquitectura eficiente y sostenible de la Marca Valenciana Textiles Beltex SL (ARTICA TEXTILE), convirtiéndose en el Primer Edificio EECN Certificado Passivhaus de su Sector. Este Edificio de Consumo de Energía Casi Nulo ya ha superado los requisitos necesarios establecidos por el Prestigioso Passive House Institut en la fase de Proyecto, encontrándose en el momento de redacción de este artículo, en fase de construcción. Basado en este conocido estándar de construcción pasiva/bioclimática internacional, ha sido la necesaria la adaptación del mismo a las condiciones climáticas específicas de su ubicación concreta. También se han tenido en cuenta desde el inicio del proyecto en su fase de diseño inicial las condiciones de carga interna del edifico, por lo que, si bien el edificio tiene un aprovechamiento muy interesante de la iluminación natural, ésta se obtiene sin aumentar las cargas solares en su interior en los meses más calurosos. Así mismo el aprovechamiento de la radiación solar en invierno, la protección solar y la eliminación de cargas internas a través de sistemas de ventilación (artificial y natural) en verano, junto al empleo de sistemas de aislamiento y huecos de altas prestaciones, elementos de elevada inercia térmica en el interior de la capa aislante, la eliminación de los puentes térmicos y la hermeticidad frente a las infiltraciones de aire no deseadas, consiguen unas condiciones de demanda de energía verdaderamente bajas (en torno a un 90% menos que un edificio convencional) y un grado de confort para los trabajadores enormemente elevado. Todo ello se está consiguiendo gracias al trabajo minucioso de planificación previa de todos los miembros que forman este equipo, que han sido capaces de adaptar los sistemas constructivos empleados habitualmente en la zona para este tipo de construcciones (cerramientos cerámicos, estructura metálica y forjados de placa alveolar) reinterpretándolos a través de la innovación aplicada a nivel de pequeño detalle, contribuyendo con ello además a la generación de empleo en la zona y al desarrollo local.



Figura 1. Vista general. Imagen exterior. Fachada tipo SATE de lana de roca con prefijado en húmedo y fijación mecánica con rotura de puente térmico, sobre fábrica de termoarcilla acabada con revoco de cal (blanco) y madera sobre malla de fibra de vidrio.

DATOS GENERALES PROYECTO	
Emplazamiento:	Agullent (Valencia)
Uso Característico Edificio:	Oficinas
Zona Climática:	C3
Obra Nueva / Rehabilitación:	Obra Nueva
Superficie Total Construida:	600 m2
Fase del Proyecto:	*Construcción (inicio: diciembre 2018/finalización prevista: octubre 2019)*

MEMORIA DESCRIPTIVA

Agentes del Proyecto

- Promotor: Textiles Beltex SL. Artica Textile
- Proyectista y Dirección de obra: Carlos Martínez Montero, Arquitecto
- Dirección de Ejecución: Tomás Martínez Valls, Arquitecto Técnico, Graduado en Ingeniería de la Edificación, Passivhaus Trade Person
- Cálculo de Estructuras: Luis A. Prieto Ingeniero Técnico Industrial
- Otros Técnicos Intervinientes: Proyectista Passivhaus Ética Arquitectura Integral (Isabel Sánchez, Arquitecta, Passivhaus Designer, Máster Ingeniería Ambiental, Máster Formación del Profesorado, Master Business Administration (MBA), Cristina Manzanera, Arquitecta, Jose María Benlloch, Graduado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, Elena Fortes, Arquitecta, Passivhaus Designer). b&c Ingeniería (Gonzalo Revert, Ingeniero Técnico Industrial)
- Otros Agentes: Empresa constructora: Construcciones Francés (encargados de obra: Juan Antonio Ferri y Alfredo Francés)

Antecedentes

Esta empresa familiar ha conseguido unificar lo mejor de la tradición local con los valores que están aportando a la industria las nuevas generaciones. Su compromiso con la innovación, con la búsqueda continua de la excelencia, la eficiencia energética, la optimización de recursos renovables y no renovables, la protección medioambiental y la sostenibilidad junto con el empleo de la tecnología más avanzada, ha hecho que esta empresa valenciana haya conseguido forjar importantes operaciones de exportación con productos muy valorados en el mercado internacional. Este hito se materializa en el proyecto que tiene por objeto, además de albergar las nuevas naves de la empresa y las nuevas oficinas, ser capaz de ofrecer una imagen corporativa contemporánea acorde a su compromiso con la sostenibilidad.

Descripción del Proyecto

El edificio consta de 600 m^2 construidos y tres plantas que se articulan mediante una escalera de doble tramo de acero, sujeta exclusivamente en su arranque y acometidas por planta.

Sus interiores poseen una materialidad Eco Friendly en la que destacan el uso de madera, la cal y los acabados cerámicos fabricados en la zona. Se ha ajardinado tanto el espacio de conexión de los distintos edificios como la zona exterior que se utilizará como zona de aparcamiento.

Prestaciones del Edificio

Este Edificio, tiene unas características especiales de bajo de consumo de energía unido a elevados niveles de salud, bienestar y confort, persigue conseguir el Certificado Passivhaus Classic otorgado por el Passive House Institut, habiendo superado hasta el momento todos los requerimientos de una de las entidades más representativas en la investigación y ejecución de Edificios de Consumo de Energía Casi Nula a Nivel Internacional.

La estrategia para conseguir esta drástica reducción del consumo de energía ha sido compatible a su vez con el alcance de unas extraordinarias condiciones de confort.

Resumen de prestaciones:

- Bajo consumo de energía, inferior al 90% del consumo de energía de un edificio de uso y características similares en la misma zona climática.
- Demandas de energía de 13 Kwh/m2 año en invierno y de 14 Kwh/m^2 año en verano para refrigeración y deshumectación.
- Las cargas, tanto de calefacción como de refrigeración, son inferiores a 10 w/m^2.
- Consumo de energía primaria total no renovable teniendo en cuenta todos los consumidores (incluida climatización, ventilación, ofimática, servidores, electrodomésticos, ACS, iluminación, etc.) 77 Kwh/m2 año, de los cuales son de energía renovable de 49 Kwh/m2.

- Confort higrotérmico y frente a emisión por radiación entre cuerpos a distinta temperatura. Temperatura superficial constante superior en todos los puntos a 17º. Eliminación de riesgo de condensaciones superficiales e intersticiales y mohos.
- Confort frente al elevado movimiento del aire, control de velocidades impulsión ventilación y climatización.
- Confort acústico (a ruido aéreo, vibración e impacto).
- Óptima calidad del aire.
- Funcionalidad.
- Confort espacial: proporcionalidad entre volumen, ocupación y actividad.
- Confort visual: armonía estética a través de la combinación de materiales tecnológicos con materiales naturales y vegetales.
- Gestión y control inteligente. Inmótica. Todos los consumidores de energía, tanto los sistemas de climatización, como los de iluminación y ventilación están gestionados mediante software informático que controlará:
    - La iluminación artificial en función del nivel lumínico natural a través de sondas que miden los luxes en cada puesto de trabajo, así como detectores crepusculares para la mejor adaptación al ritmo circadiano de los usuarios.
    - La ventilación en función de las necesidades de calidad del aire, control de la humedad, Co2, a través de sondas.
    - La climatización en función de las condiciones de temperatura y radiación interiores y exteriores.

Entorno

El edificio está ubicado en el Polígono Industrial IP-6 “La Llovera”, en el municipio de Agullent (Valencia).



Figura 2. Vista aérea de la ubicación del edificio.

MEMORIA CONSTRUCTIVA

Sustentación del Edificio y Sistema Estructural

La estructura metálica, se completa con cimentación y forjados de hormigón. La estructura es independiente a la envolvente térmica.

Sistemas de Envolventes y Acabados

La envolvente se resuelve con un sistema de aislamiento térmico por el exterior SATE (lana de roca de baja conductividad acabado superfino con revoco mortero cal blanco). Dada la continuidad del edificio para la instalación de las naves de producción y almacenaje de producto, ha sido necesario además colocar aislamiento térmico en el interior con la función exclusiva de eliminar puente térmico con partes no climatizadas. El elevado nivel de aislamiento térmico en las fachadas, forjados, cubiertas, medianeras y fundamentalmente su continuidad en toda la envolvente, hacen necesario, especialmente en este edificio de alta carga interna, cuidadosas prescripciones en relación con los materiales (marco, vidrio, e intercalario) con los que se confeccionan los huecos. Selección y tratamientos especiales

de carpinterías con Uf inferior a 1.5 w/m^2 K, y vidrios selectivos aislantes Uf 1 w/m^2 K, bajo emisivos y tratamientos para la reducción del factor solar en las orientaciones pertinentes. En el diseño y disposición de huecos se ha huido de abrirlos en las orientaciones más desfavorables teniendo en cuenta que el edificio tiene alta carga interna.

Todos los aislamientos ubicados en el interior de la envolvente térmica disponen de barrera cortavapor ubicada en la cara ubicada más al interior para contribuir a la erradicación del riesgo de condensaciones superficiales e intersticiales.

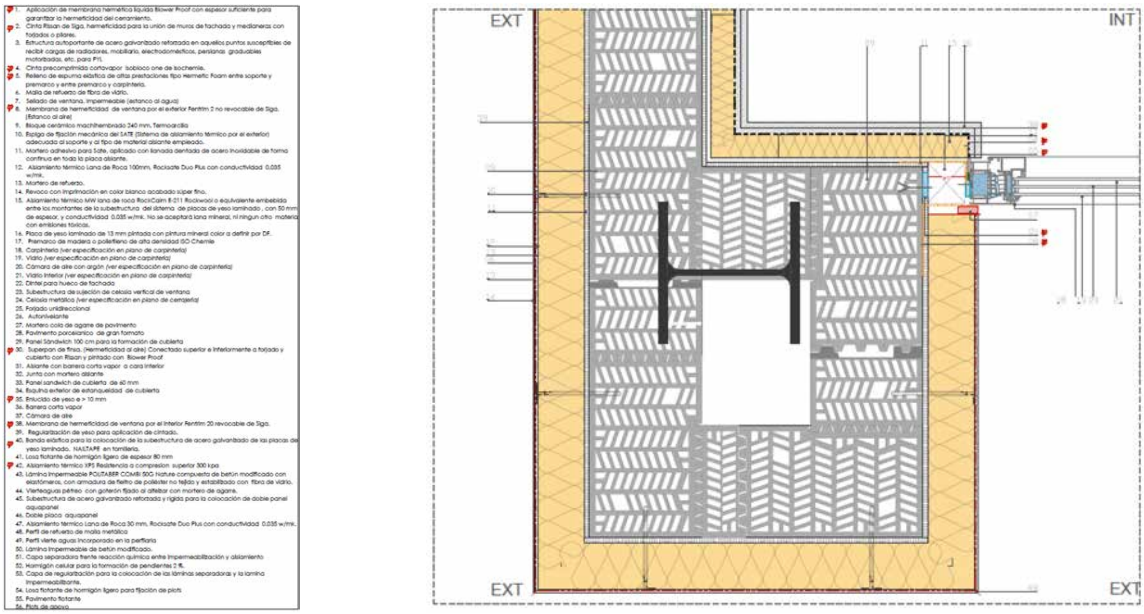


Figura 3. Detalle Constructivo. Continuidad de la capa aislante y hermeticidad cerramientos opacos y semitransparentes.

La hermeticidad frente a las infiltraciones de aire no deseadas se realiza mediante la combinación de la tecnología de cintas, collarines, espumas flexibles, membranas herméticas líquidas con los tradicionales enlucidos de yeso interiores, pero empleado no como capa de acabado, sino como capa de estanqueidad al aire.

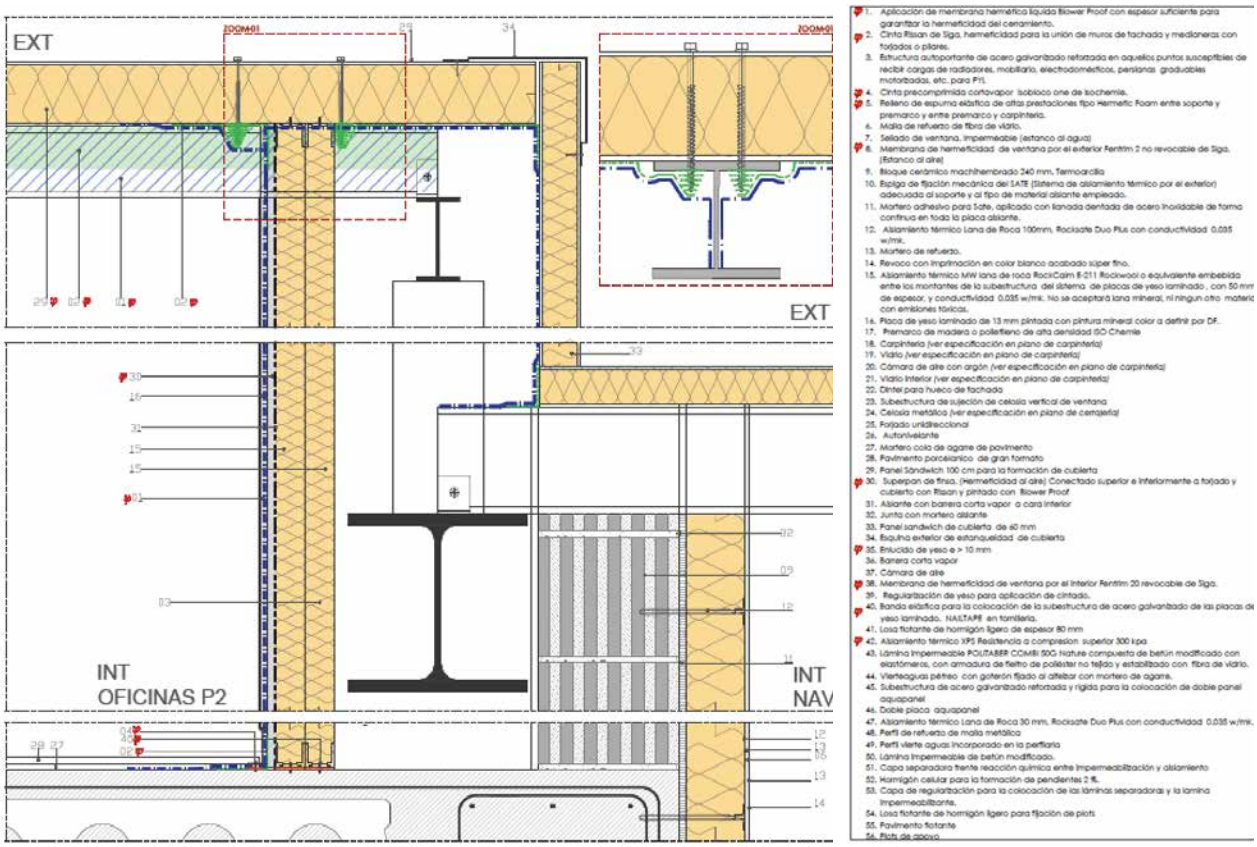
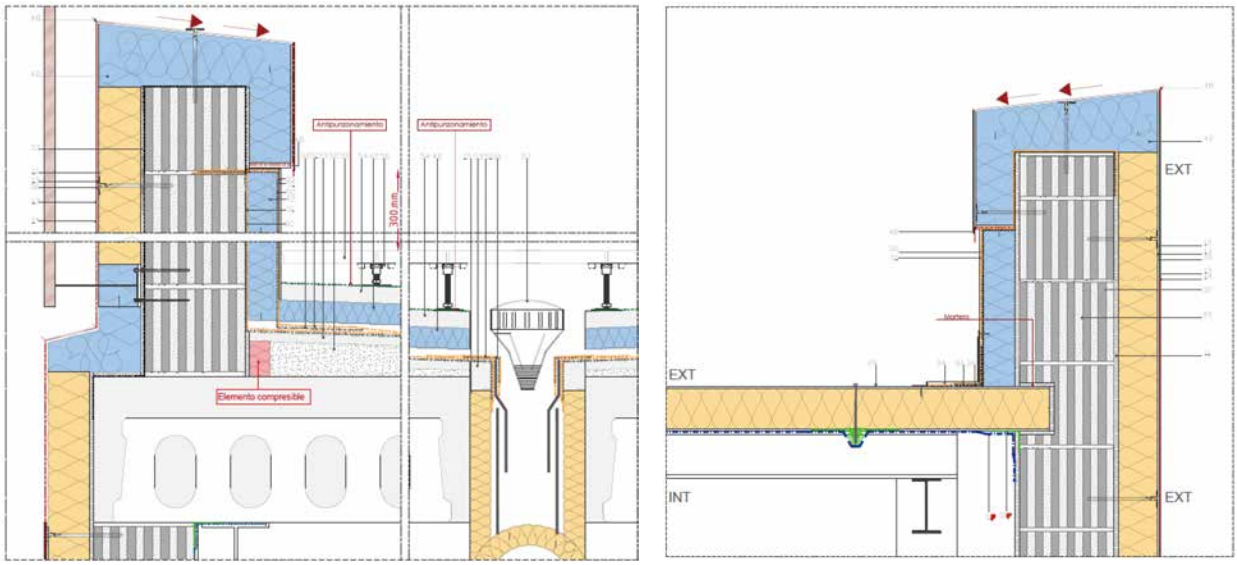


Figura 4. Detalle Constructivo. Continuidad de la capa hermética con nave medianera.



Figuras 5 y 6. Detalle Constructivo. Continuidad de la capa aislante y hermeticidad cubiertas.

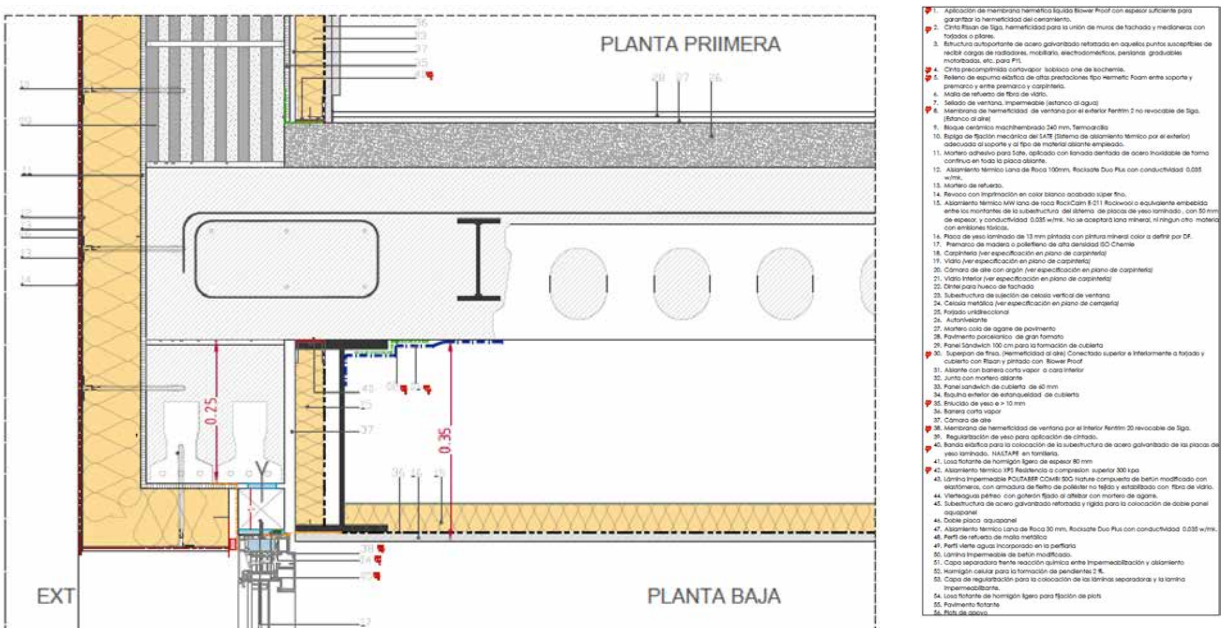


Figura 7. Detalle Constructivo. Continuidad de la capa aislante y hermeticidad cerramientos opacos y semitransparentes.



Figura 8. Detalle Constructivo. Preparación de soporte para colocación de imprimación y cinta de hermeticidad revocable unión junta fachada-forjado.

Sistemas de Acondicionamiento e Instalaciones

Empleo de tecnología de climatización de alta eficiencia, con los mejores rendimientos del mercado.

Calefacción

Sistema de climatización por expansión directa de alta eficiencia (VRV) y distribución homogénea de caudal a través de conductos.

Refrigeración

Sistema de climatización por expansión directa de alta eficiencia (VRV) y distribución homogénea de caudal a través de conductos.

Ventilación

Óptima calidad del aire y control de la humedad relativa interior mediante la instalación de un Sistema de Ventilación Mecánica Controlada (VMC) con recuperador de calor entálpico de alto rendimiento certificado, con filtros F7, calibrado conforme estándar Passivhaus, compatible con el cumplimiento del RITE, con compuertas estancas, silenciadores y velocidades de impulsión conformes a la supresión de molestias por caudales inadecuados.

Funcionamiento de ventilación estival nocturna del Sistema VMC combinada con chimenea de ventilación natural (patio interior norte) para la eliminación nocturna de las principales cargas.

Producción de agua caliente sanitaria

Mediante incorporación de hidrokit de aerotermia de rendimientos estacionales superiores a los establecidos en las normativas nacionales, municipales y europeas.

Iluminación

Sistema de iluminación de alta eficiencia (led) con diseño y distribución óptima para el confort visual y sin deslumbramiento, alcanzando niveles de eficiencia superiores a los convencionales, superando los requerimientos del DB HE 3 (Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación) del Código Técnico de la Edificación, así como los niveles de iluminación prescritos en la UNE 12464.1 Norma europea sobre la iluminación para interiores

Automatización y Control

El control y gestión de los principales consumidores de energía está automatizado mediante un software desarrollado *ad hoc*. De esta forma el sistema inmótico permite controlar el funcionamiento de la iluminación en función de la iluminación natural, y una mejor adaptación al ritmo circadiano de los usuarios, el de la climatización en función de las condiciones detectadas en cuanto a temperatura interior y exterior, y el sistema de ventilación en función de la ocupación y nivel de Co2 detectados, la humedad relativa y las necesidades de eliminación de cargas internas.

PRESUPUESTO Y VIABILIDAD ECONÓMICA

El presupuesto de la obra se ha conseguido reducir en relación a lo presupuestado inicialmente que no cumplía los objetivos, gracias a la colaboración de todo el equipo técnico que ha buscado soluciones optimizando los recursos disponibles.

CUMPLIMIENTO DB-HE AHORRO DE ENERGÍA

INDICADORES	
Consumo Energía Primaria no renovable:	17 kWh/(m^2a)
Demanda Calefacción:	13 kWh/(m^2a)
Demanda Refrigeración:	15 kWh/(m^2a)
Aporte Renovables:	49 kwh/m2 año
Emisiones CO2 Edificio:	2,96 kgCO2/m2a

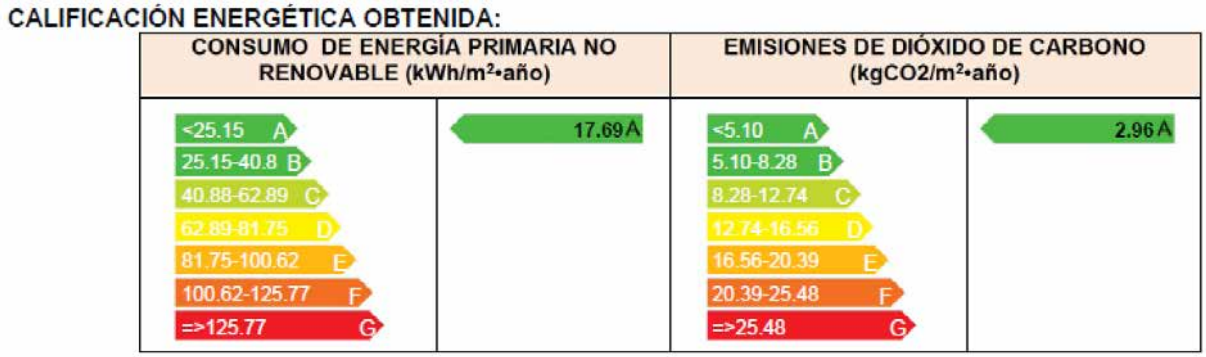


Figura 9. Calificación Energética del Proyecto.

CERTIFICACIONES ENERGÉTICAS Y AMBIENTALES

El edificio está en proceso de Certificado Passivhaus y se encuentra ya en fase de construcción.

Los objetivos de este estándar de construcción pasiva son la mejora cualitativa y cuantitativa de la salud, el bienestar y el confort de los usuarios, al mismo tiempo que se obtiene una reducción drástica en el consumo de energía.

Estos objetivos se obtienen en base a una serie de estrategias que también contempla el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico Ahorro de Energía (DB HE), pero acometidas de forma muy rigurosa y aplicando criterios adicionales aún no contemplados en la normativa nacional.

Limitar el consumo de energía: debido las reducidas demandas energéticas y a la minimización de las cargas máximas para calefacción, ACS (agua caliente sanitaria) y para refrigeración, así como a la optimización de la iluminación natural y el apoyo auxiliar de sistemas de iluminación de alta eficiencia, se han conseguido reducir de forma drástica los consumos de energía final, y por lo tanto de energía primaria, del edificio. Cabe añadir, que al contrario que en la normativa española, que no lo tiene presente, en este tipo de edificios, se tienen también en cuenta las líneas de consumo no relacionadas con iluminación, o instalaciones térmicas, por lo que se ha intervenido en la selección de los equipos de ofimática, electrodomésticos, ascensores, y resto de elementos consumidores de energía.

Alto grado de confort: la adecuada combinación de materiales escogidos para la envolvente del edificio, hace posible que todas las superficies en el interior del mismo sean homogéneas, esto permite que los usuarios del edificio no sean víctimas de pérdidas o ganancias energética a través por radiación, convección o conducción. Esto unido a la calidad de la instalación de ventilación y su delicado calibrado, que permite disponer de aire de alta calidad (salud), impulsado y retornado a velocidades adecuadas, y a un confort higrotérmico poco habitual.

Sostenibilidad: La elevada eficiencia energética de este tipo de edificios reduce drásticamente las emisiones de CO2 a la atmósfera, contribuyendo así a la lucha contra el cambio climático, la mejora en la gestión de recursos no renovables. Además, la escasa energía necesaria hace más sencilla la utilización de energías renovables como fuente de suministro (sostenibilidad económica), por lo que sería posible abastecer el edificio con una pequeña instalación, muy asequible, si fuera necesario. Además, el uso y combinación con materiales naturales, así como el empleo de vegetación en el interior y exterior del edificio contribuyen a la creación de espacios Eco Friendly, lo que contribuye a la mejora del rendimiento y felicidad de los trabajadores.

Sencillos de usar: No se requiere nada extraordinario de sus ocupantes, tan sólo que disfruten de estas inusitadas condiciones de confort.

EDIFICIO DE OFICINAS IDAI NATURE

Resumen Proyecto: La nueva sede de IDAI NATURE, empresa especializada en fertilizantes naturales y abonos, es una propuesta, seleccionada por concurso, en la que se consiguieron representar cuidadosamente los valores de la empresa. Respectuosa con el medio ambiente y la gestión responsable de recursos, el diseño del edificio se nutre de soluciones innovadoras relacionadas estéticamente con el universo agrícola del Siglo XXI (vinculado con el funcionamiento de los invernaderos automatizados, ver párrafos siguientes). El edificio ha sido certificado Passivhaus por el Passive House Institut, lo que es una evidencia a través de garantía externa de que su comportamiento, real y palpable, es el de un Edificio de Consumo de Energía Casi Nulo (ECCN).

Basado en la adaptación a las condiciones de carga interna del edifico por un lado, y a su ubicación bioclimática existente por otro, se ha conseguido una reducción en el consumo energético de más del 80% en relación a construcciones similares en la misma zona climática, en la que es fundamental por un lado el aprovechamiento de la radiación solar en invierno, así como la protección solar y la eliminación de cargas internas a través de sistemas de ventilación (artificial y natural) en verano, además de un aumento cuantitativo y cualitativo de las condiciones de salud y de confort para sus usuarios. Tanto en la fase de proyecto, como en la de construcción, ha supesto un reto muy importante, que se ha podido resolver gracias a la implicación de todos los intervinientes, de todo el equipo, que fue capaz de desarrollar nuevas soluciones, contemplando combinaciones de materiales poco convencionales, desarrollando minuciosamente un buen número de detalles constructivos, únicos y específicos, que permitieron una planificación milimétrica en la ejecución de la obra.



Figura 1. Vista general. Fachada Ventilada SATE acabada con policarbonato celular retroiluminado.

DATOS GENERALES PROYECTO	
Emplazamiento	La Pobla de Vallbona (Valencia)
Uso Característico Edificio:	Oficinas
Zona Climática:	C3
Obra Nueva / Rehabilitación:	Obra Nueva
Superficie Total Construida:	1.100 m2
Fase del Proyecto:	*Octubre 2018*

MEMORIA DESCRIPTIVA

Agentes del Proyecto

- Promotor: Idai Nature
- Proyectista y Dirección de obra: Rubén Muedra Estudio de Arquitectura (Rubén Muedra e Inés Fabra, arquitectos)
- Dirección de Ejecución: Paul Roch, arquitectos técnicos.
- Otros Técnicos Intervinientes:
  - Proyectista Passivhaus Ética Arquitectura Integral (Isabel Sánchez, arquitecta, Passivhaus Designer, Máster Ingeniería Ambiental, Máster Formación del Profesorado, Master Business Administration (MBA).
- Otros Agentes:
  - Empresa constructora, Nideker Houses
  - Fotógrafo: Adrián Mora Maroto

Antecedentes

Idai Nature es una empresa especializada en fertilizantes naturales y abonos orgánicos que busca ser un referente en soluciones naturales innovadoras, residuo cero, centradas en la nutrición y protección del cultivo, que permitan al productor mejorar la calidad y la rentabilidad de sus cosechas respetando el medio ambiente y la salud de las personas que los consumen.

Con el objetivo de situarse en el TOP10 de referencia a nivel mundial en soluciones naturales y sostenibles para el Biocontrol en un plazo de 2 años con presencia propia en los 5 continentes, mediante un crecimiento sostenido y sostenible, resultaba necesaria la creación de un nuevo edificio donde ubicar sus oficinas centrales y que este espacio fuera una referencia palpable de los valores de la marca, teniendo muy presente la obligada adaptación tecnológica y de espacio a este inminente y progresivo crecimiento, nacional e internacional, de la plantilla.

Atendiendo a estos valores de sostenibilidad (medioambiental, social y económica): cero residuos contaminantes, máximo ahorro energético y óptima gestión de recursos no renovables, protección de suelos, acuíferos, fauna y flora; al compromiso con el cuidado de los espacios en los que crecen y se desarrollan las personas; y al continuo esfuerzo e inversión en I+D+i, la búsqueda incansable de la excelencia, y por ofrecer la última tecnología, apostó por una combinación de profesionales capaces de materializar y comunicar estos valores éticos, técnicos, tecnológicos, y estéticos en su NUEVO PROYECTO.

Descripción del Proyecto

El edificio consta de 1.100m^2 construidos y tres plantas que se articulan mediante una escalera de doble tramo de acero y hormigón 'volada', sujeta exclusivamente en su arranque y acometidas por planta. Cabe destacar la técnica utilizada para alzar esta conducción vertical en el generoso espacio a doble altura que la alberga, éste da acceso al edificio a la vez que comunica los espacios comunes de todas las plantas.

Sus interiores poseen una materialidad peculiar que suaviza el contraste en el blanco y el negro, con panelados de madera de castaño natural y una destable presencia de vegetación, tanto en el interior como en el exterior del edificio (jardín vertical del acceso, jardineras en el interior de los huecos exteriores, cubierta semi ajardinada, parquing drenante vegetal y jardín exterior)

Prestaciones del Edificio

Este Edificio, *Primer Premio Mundial a la Excelencia en Diseño Arquitectónico Sostenible por BUILD Sustainable Building Awards* tiene unas características especiales de bajo de consumo de energía unido a elevados niveles de salud, bienestar y confort. Certificado Passivhaus Classic por el Passive House Institut, una de las entidades más representativas en la investigación y ejecución de Edificios de Consumo de Energía Casi Nula a Nivel Internacional.

La estrategia para conseguir esta drástica reducción del consumo de energía ha sido compatible a su vez con el alcance de unas extraordinarias condiciones de confort, basada en la adaptación de un reconocido Estándar de Construcción Pasiva Internacional, a las condiciones climáticas específicas del Clima Mediterráneo, se tuvo en cuenta desde el inicio de los trabajos el inconveniente adicional que supone trabajar en este tipo de zona climática -con elevada radiación solar- cuando además se tienen altas cargas internas en el interior (uso oficinas, terciario).

Resumen de prestaciones:

- Bajo consumo de energía, inferior al 80% del consumo de energía de un edificio de uso y características similares en la misma zona climática.
- Demandas de energía de 10,90 Kwh/m2 año en invierno y de 16 Kwh/m2 año en verano para refrigeración y deshumectación.
- La cargas de calefacción son de 11 w/m2 y las de refrigeración a 14 w/m2.
- Consumo de energía primaria total no renovable teniendo en cuenta todos los consumidores (incluida climatización, ventilación, ofimática, servidores, electrodomésticos, ACS, iluminación, etc.) 83 Kwh/m2 año, teniendo a su vez una demanda de energía renovable de 51 Kwh/m2.
- Confort higrotérmico y frente a emisión por radiación entre cuerpos a distinta temperatura. Temperatura superficial constante superior en todos los puntos a 17º. Eliminación de riesgo de condensaciones superficiales e intersticiales y mohos.
- Confort frente al elevado movimiento del aire, control de velocidades impulsión ventilación y climatización.
- Confort acústico (a ruido aéreo, vibración e impacto).
- Óptima calidad del aire.
- Funcionalidad.
- Confort espacial: proporcionalidad entre volumen, ocupación y actividad.
- Confort visual: armonía estética a través de la combinación de materiales tecnológicos con materiales naturales y vegetales.
- Excelencia técnica.

Entorno

El edificio, ubicado en un pequeño polígono industrial de la Pobla de Vallbona, se encuentra muy próximo a una autovía, por lo que el impacto que todas estas infraestructuras en las primeras ideas de proyecto fueron cruciales. Esta construcción de forma compacta, rotunda y reconocible, se relaciona con el exterior a través de la reinterpretación de la livianidad de los invernaderos por un lado (es una empresa de productos agrícolas) mediante el empleo de policarbonato celular, una propuesta mediática a través de la retroiluminación de la fachada para comunicar eventos, suponiendo un hito de la Comarca, innovadora pues combina un material de acabado ligero anclado a una solución de Fachada Ventilada Acabado Oculto Con SATE (Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior) con Rotura de Puente Térmico que supone un hito de identidad diferenciador en la creación de puestos de trabajo estables y riqueza sostenible, dando vida a un espacio que había sufrido enormemente los efectos de la crisis.

MEMORIA CONSTRUCTIVA

La Certificación del Edificio según es estándar Passivhaus fue determinante para otorgar el concurso al que fue sometido el proyecto. Este tipo de Certificación implica la necesidad de desarrollo de Soluciones Constructivas Integrales que se desarrollan en los siguientes párrafos.

Sustentación del Edificio y Sistema Estructural

La estructura, formada por pilares, paneles y placas alveolares industrializadas de hormigón prefabricado se han integrado a través de soluciones innovadoras a la envolvente térmica y hermética, lo que es interesante desde el punto de vista del "modelo", pues pone de manifiesto que la Eficiencia Energética es compatible con cualquier sistema estructural o constructivo.

Sistemas de Envolventes y Acabados

Sistema SATE (EPS grafito acabado interior revoco mortero cal blanco) en Fachada Ventilada con rotura de puente térmico con Doble Piel de policarbonato celular retroiluminada con iluminación RGB y control automático. Elevado nivel de aislamiento térmico en fachadas, solera, cubiertas, y fundamentalmente su continuidad en toda la envolvente mediante un estudio exhaustivo para la supresión de puentes térmicos. Diseño y prescripción de componentes de huecos para combinar el aprovechamiento de la radiación solar en invierno, a través de un gran hueco orientado a Sur (Muro Cortina) y huecos horizontales rasgados en la envolvente del edificio en las orientaciones Este y Oeste, con las protecciones solares estivales, fijas en Sur en forma de voladizo, y móviles elevables exteriores o integradas en los vidrios en las orientaciones Este y Oeste. Selección y tratamientos especiales de carpinterías con Uf inferior a 1.5 w/mK, y vidrios selectivos aislantes, bajo emisivos y tratamientos para la reducción del factor solar a un valor igual o inferior

a 0.28. Absoluto control de las infiltraciones de aire no deseadas a través del desarrollo intensivo de detalles constructivos durante la fase de proyecto, la planificación y el control de ejecución, obteniendo un valor de 0.36 renovaciones hora conforme norma EN13829 en el ensayo Blower Door a 50Pa realizado por empresa independiente.

Sistemas de Acondicionamiento e Instalaciones

Empleo de tecnología de climatización de alta eficiencia, con los mejores rendimientos del mercado.

Calefacción

Sistema de climatización por expansión directa de alta eficiencia (VRV) y distribución homogénea de caudal a través de conductos.

Refrigeración

Sistema de climatización por expansión directa de alta eficiencia (VRV) y distribución homogénea de caudal a través de conductos.

Ventilación

Óptima calidad del aire y control de la humedad relativa interior mediante la instalación de un Sistema de Ventilación Mecánica Controlada (VMC) con recuperador de calor entálpico de alto rendimiento certificado, con filtros F7, calibrado conforme estándar Passivhaus, compatible con el cumplimiento del RITE, con compuertas estancas, silenciadores y velocidades de impulsión conformes a la supresión de molestias por caudales inadecuados. Funcionamiento de ventilación estival nocturna del Sistema VMC combinada con chimenea de ventilación natural (patio interior norte) para la eliminación nocturna de las principales cargas.

Iluminación

Sistema de iluminación de alta eficiencia (led) con diseño y distribución óptima para el confort visual y sin deslumbramiento, alcanzando niveles de eficiencia superiores a los convencionales, superando los requerimientos del DB HE 3 (Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación) del Código Técnico de la Edificación, así como los niveles de iluminación prescritos en la UNE 12464.1 Norma europea sobre la iluminación para interiores

Automatización y Control

Se han incluido detectores crepusculares para el máximo aprovechamiento de iluminación natural y una mejor adaptación al ritmo circadiano de los usuarios.

Otros

Cargadores para vehículos eléctricos en el aparcamiento con pavimento drenante.

PRESUPUESTO Y VIABILIDAD ECONÓMICA

El presupuesto de la obra se incrementó en un 12,5% en relación al de un edificio construido antes del Código Técnico, sin embargo, debido a la absoluta precisión necesaria para acometer obras Certificadas Passivhaus, no ha habido incremento de costes durante la obra, pues no existe la improvisación en este tipo de trabajos que requieren un profundo estudio previo y una estricta planificación.

CUMPLIMIENTO DB-HE AHORRO DE ENERGÍA

INDICADORES	
Consumo Energía Primaria no renovable:	36 kWh/(m^2a)
Demanda Calefacción:	11 kWh/(m^2a)
Demanda Refrigeración:	16 kWh/(m^2a)
Aporte Renovables:	51 kwh/m2 año
Emisiones CO2 Edificio:	6 kgCO2/m2a

CERTIFICACIONES ENERGÉTICAS Y AMBIENTALES

El edificio está Certificado Passivhaus Classic obtenido a través de un riguroso proceso de trabajo avalado por el Passive House Institute.

Los objetivos de este estándar de construcción pasiva son la mejora cualitativa y cuantitativa de la salud, el bienestar y el confort de los usuarios, al mismo tiempo que se obtiene una reducción drástica en el consumo de energía.

Estos objetivos se obtienen en base a una serie de estrategias que también contempla el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico Ahorro de Energía (DB HE), pero acometidas de forma muy rigurosa y aplicando criterios adicionales aún no contemplados en la normativa nacional.

Ventanas y puertas de altas prestaciones: Las carpinterías son las zonas más débiles de la envolvente por lo que sus secciones, así como la forma de instalarlas e incorporarlas al sistema están muy estudiadas.

Ausencia de puentes térmicos.

Estanqueidad: La hermeticidad al aire es clave y se debe comprobar mediante ensayos de presurización que confirmen unos valores determinados.

Limitar la demanda de energía: a través del diseño meticuloso de la envolvente térmica, teniendo en cuenta principalmente la adaptación del proyecto del edificio a su ubicación bioclimática concreta, así como a su uso y sus elevadas cargas internas se han conseguido reducir las necesidades de calefacción y refrigeración a mínimos viables sin menoscabar en ningún caso las necesarias condiciones de confort y bienestar.

Limitar el consumo de energía: debido las reducidas demandas energéticas y a la minimización de las cargas máximas para calefacción, ACS (agua caliente sanitaria) y para refrigeración, así como a la optimización de la iluminación natural y el apoyo auxiliar de sistemas de iluminación de alta eficiencia, se han conseguido reducir de forma drástica los consumos de energía final, y por lo tanto de energía primaria, del edificio. Cabe añadir, que al contrario que en la normativa española, que no lo tiene presente, en este tipo de edificios, se tienen también en cuenta las líneas de consumo no relacionadas con iluminación, o instalaciones térmicas, por lo que se ha intervenido en la selección de los equipos de ofimática, electrodomésticos, ascensores, y resto de elementos consumidores de energía.

Alto grado de confort: la adecuada combinación de materiales escogidos para la envolvente del edificio, hace posible que todas las superficies en el interior del mismo sean homogéneas, esto permite que los usuarios del edificio no sean víctimas de pérdidas o ganancias energética a través por radiación, convencción o conducción. Esto unido a la calidad de la instalación de ventilación y su delicado calibrado, que permite disponer de aire de alta calidad (salud), impulsado y retornado a velocidades adecuadas, y a un confort higrotérmico poco habitual.

Sostenibilidad: La elevada eficiencia energética de este tipo de edificios reduce drásticamente las emisiones de CO_2 a la atmósfera, contribuyendo así a la lucha contra el cambio climático, la mejora en la gestión de recursos no renovables. Además, la escasa energía necesaria hace más sencilla la utilización de energías renovables como fuente de suministro (sostenibilidad económica), por lo que sería posible abastecer el edificio con una pequeña instación, muy asequible, si fuera necesario. Además, el uso y combinación con materiales naturales, así como el empleo de vegetación en el interior y exterior del edificio contribuyen a la creación de espacios Eco Friendly, lo que contribuye a la mejora del rendimiento y felicidad de los trabajadores.

Sencillos de usar: No se requiere nada extraordinario de sus ocupantes, tan sólo que disfruten de estas inauditas condiciones de confort.

Primer Premio Internacional a la Excelencia en Diseño Arquitectónico Sostenible de la mano de los BUILD Sustainable Building Awards.

OTRAS IMÁGENES PROYECTO



Certificado

Casa Pasiva certificada Classic

ENERGIEHAUS EDIFICIOS PASIVOS

Autorizado por:

Passive House Institute

Dr. Wolfgang Feist
64283 Darmstadt
Alemania

Edificio oficinas IDAI Nature
Carrer de Moscú, 7 B, 46185 La Pobla de Vallbona, ES-Spain

Casa Pasiva certificada
Passive House Institute
| classic | plus | premium |

Cliente	IDAI Nature SL Carrer de Moscú, 7 B 46185 La Pobla de Vallbona, Spain
Arquitecto	Rubén Muedra Ortiz Calle Sorní 25 46004 Valencia, Spain
Instalaciones	adypau Ingenieros, S.L.P. C/ Pintor Sorolla 42 bajo D 46910 Benetusser, Spain
Consultor energético	Isabel Sánchez Hernández Calle Almirante Cadarso 14-12 46005 Valencia, Spain

Los edificios Casa Pasiva ofrecen un excelente confort térmico y una muy buena calidad del aire durante todo el año. Debido a su alta eficiencia energética, los costos de energía, así como las emisiones de gases de efecto invernadero son extremadamente bajas.

El diseño del edificio antes mencionado cumple con los criterios definidos por el Passive House Institute para el estándar 'Casa Pasiva Classic':

Calidad del edificio			Este edificio		Criterios	Criterios alternativos
Calefacción						
Demanda de calefacción		[kWh/(m²a)]	11	≤	15	-
Carga de calefacción		[W/m²]	11	≤	-	10
Refrigeración						
Demanda refrigera. & deshum.		[kWh/(m²a)]	16	≤	16	16
Carga de refrigeración		[W/m²]	14	≤	-	11
Frecuencia humedad excesivamente alta		[%]	3	≤	10	
Hermeticidad						
Resultado ensayo presión	(n_{50})	[1/h]	0,5	≤	0,6	
Energía Primaria no renovable (EP)						
Demanda EP		[kWh/(m²a)]	83	≤	120	
Energía Primaria renovable (PER)						
Demanda PER		[kWh/(m²a)]	51	≤	60	60

El informe asociado de la certificación contiene más valores característicos para este edificio.

Barcelona, 09 de enero de 2019
Certificador: Martín Amado Pousa, Energiehaus Arquitectos SLP

www.passivehouse.com 19986-19994_ENH_PH_20190109_MA

Figura 2. Certificado Passivhaus.





Figura 3 y 4. Imágenes del acceso al interior del edificio y del muro cortina y voladizo (protección solar fija) ubicado a Sur.



Figura 5. Acceso principal del edificio y zona de espera.

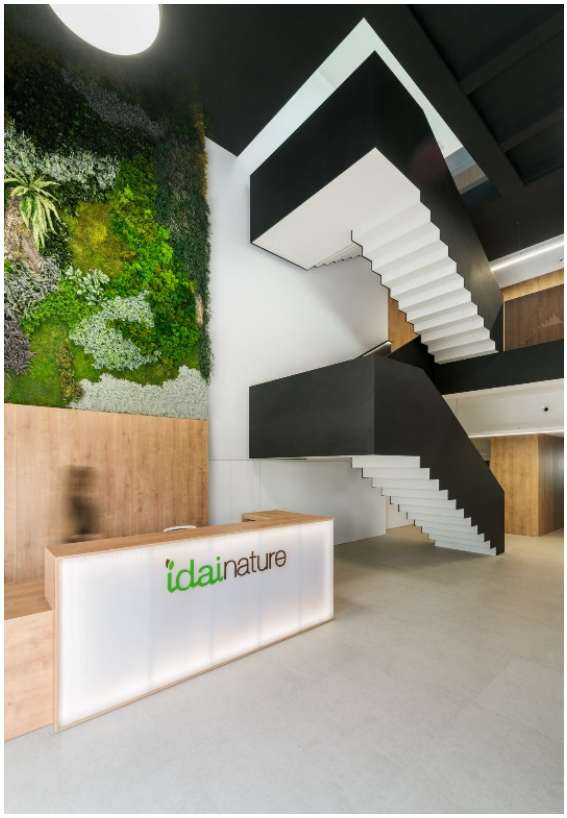


Figura 6. Puesto de atención al público en acceso.



Figura 7. Comunicación espacial vertical.



Figura 8. Fachada Ventilada SATE acabada con policarbonato retroiluminada. Zona de acceso principal al edificio.

EDIFICIO ZUCCHERO: 67 VIVIENDAS PASSIVHAUS EN MADRID

Resumen Proyecto: El Edificio Zucchero se trata de un edificio de nueva planta residencial colectiva de PB+7 sita en Madrid capital, para un total de 67 viviendas de unos 85m2 de superficie útil y una superficie construida total de 13.500 m2. El interés del proyecto reside en conseguir el Certificado Passivhaus Classic en una intervención de gran tamaño, mediante sistemas constructivos industrializados en su envolvente. Se trata de un proyecto dónde se dispone de cortos plazos para su desarrollo y la toma de decisiones ya que la comercialización ha de realizarse con anterioridad, pero donde se cuenta con la acumulación de experiencias y aprendizajes de otros proyectos anteriores de gran tamaño, tipología similar y proyectados para la misma localización climática. El edificio se encuentra en fase de construcción y se prevé que finalice a mediados de 2020.



Figura 1. Fotomontaje del aspecto del edificio terminado.

DATOS GENERALES PROYECTO	
Emplazamiento:	El Cañaveral, Madrid
Uso Característico Edificio:	Residencial Colectivo
Zona Climática:	D3(CTE), Cálido-templado (PHPP)
Obra Nueva / Rehabilitación:	Obra Nueva
Superficie Total Construida:	13.500 m²
Fase del Proyecto:	Fase de construcción

MEMORIA DESCRIPTIVA

Agentes del Proyecto

- Promotor: Grupo Lobe
- Proyectistas/Dirección Obra: Dirección Integrada de Proyecto Grupo Lobe
- Consultoría energética: Área de Sostenibilidad y Eficiencia Energética, Grupo Lobe
  - Passivhaus Designers: Guillem Boleda, Clara Lorente, Grupo Lobe
  - Passivhaus Tradesperson: Ángel Sánchez, Grupo Lobe
- Otros Agentes
  - Certificador Passivhaus: VAND Arquitectura
  - Infiltrometría: Área de Eficiencia Energética, Grupo Lobe

Antecedentes

El proyecto se enmarca en el plan estratégico de eficiencia energética de Grupo Lobe y en este caso se aplican aprendizajes y experiencias de proyectos anteriores de tipología similar, desarrollados mediante estándar passivhaus en la misma localización climática. En esta comunicación se quiere hacer énfasis en la metodología y la estrategia llevada a cabo para realizar el diseño energético y el seguimiento de la certificación Passivhaus de un edificio residencial de gran tamaño. En el momento de publicación de esta comunicación el edificio se encuentra en construcción, con previsión de finalización de las obras a mediados de 2020 con compromiso de certificación Passivhaus.

Descripción del Proyecto

El edificio se compone de 8 plantas sobre rasante y 2 plantas bajo rasante destinadas a aparcamiento y trasteros. La planta baja está destinada a zonas comunes con parque infantil, zonas ajardinadas y piscina, además de dos locales comerciales. Las plantas superiores albergan un total de 67 viviendas libres de 85 m² de superficie útil media. La forma de peine hace que casi todas las viviendas sean pasantes de doble orientación, con grandes huecos practicables favoreciendo la ventilación cruzada. Las terrazas profundas de los salones protegen en verano de los rayos solares y permiten la entrada de sol en invierno, favoreciendo el comportamiento pasivo del edificio.

Prestaciones del Edificio

El edificio Zucchero es un edificio de consumo casi nulo con compromiso de obtención del Certificado Passivhaus Classic. Eso implica que los límites de demanda de energía y hermeticidad no pueden sobrepasar los siguientes valores:

- Demanda de Calefacción 15 kwh/m2año o 10 W/m2
- Demanda de Refrigeración 15 kwh/m2año o 10 W/m2
- Demanda de energía primaria Renovable (PER) <60 kwh/m2año PH CLASSIC
- Hermeticidad de la envolvente <0,6 h-1 50 Pa
- Sobrecalentamiento <10% (máximo de 10 % de las horas del año a una temperatura superior a 25ºC)

Para ello, se han estudiado las 3 escaleras que componen el edificio de manera independiente para obtener el Ceritificado Passivhaus, para asegurar que no existe un disvalance excesivo entre viviendas con orientaciones distintas. A continuación se presentan los resultados obtenidos en una de las escaleras a modo de ejemplo:

Valores específicos referenciados a la superficie de referencia energética

					Criterio	Criterios alternativos	¿Cumplido?[2]
	Superficie de referencia energética	m²	1657,2				
Calefacción	Demanda de calefacción	kWh/(m²a)	14	≤	15	-	Sí
	Carga de calefacción	W/m²	9	≤	-	10	
Refrigeración	Demanda refrigera. & deshum.	kWh/(m²a)	13	≤	15	15	Sí
	Carga de refrigeración	W/m²	11	≤	-	11	
	Frecuencia de sobrecalentamiento (> 25 °C)	%	-	≤	-		-
	Frecuencia excesivamente alta humedad (> 12 g/kg)	%	0	≤	10		Sí
Hermeticidad	Resultado ensayo presión n_{50}	1/h	0,6	≤	0,6		Sí
Energía Primaria no renovable (EP)	Demanda EP	kWh/(m²a)	131	≤	-		-
Energía Primaria Renovable (PER)	Demanda PER	kWh/(m²a)	64	≤	60	64	Sí
	Generación de Energía Renovable	kWh/(m²a)	82	≥	-	23	

[2] Celda vacía: Falta dato; "-": No requerimiento

Figura 2. Resumen de resultados obtenidos mediante la herramienta PHPP.

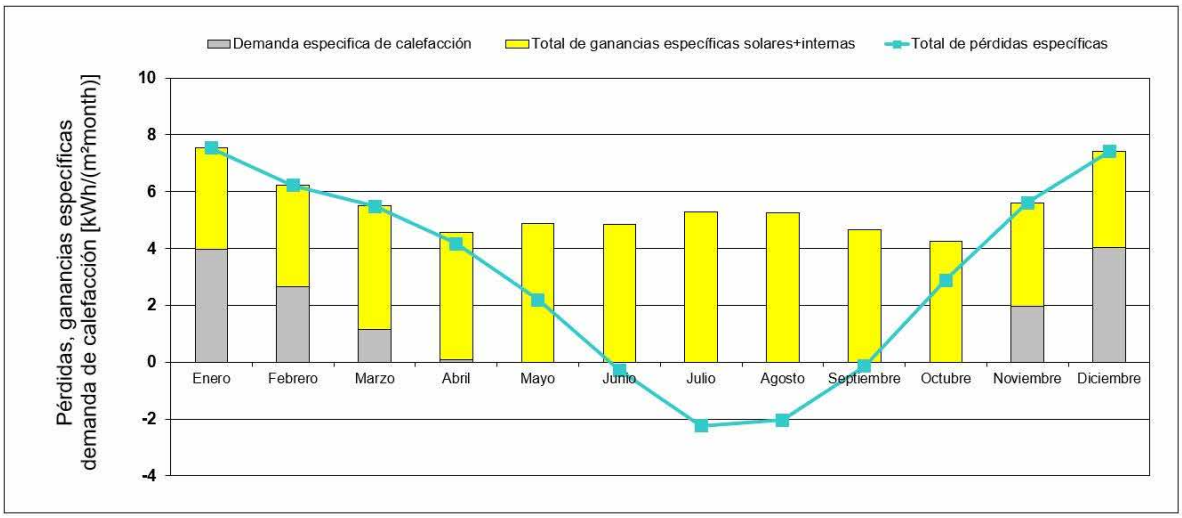


Figura 3. Relación entre la demanda de calefacción y las ganancias internas y solares. Fuente: herramienta PHPP.

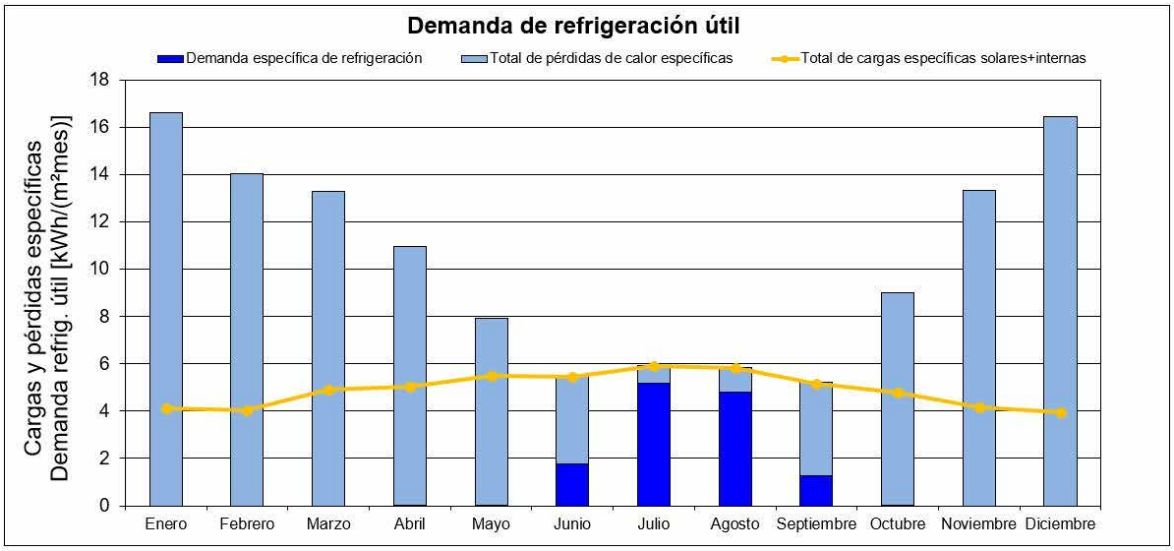


Figura 4. Demanda de refrigeración obtenida mediante la herramienta PHPP.

MEMORIA CONSTRUCTIVA

Sustentación del Edificio y Sistema Estructural

Al tratarse de un proyecto planteado en bloque y muy racional en geometría y organización en planta ha resultado factible proponer un sistema de estructura mediante forjado unidireccional perpendicular a fachada. Un caso destacado de estudio ha sido el tratamiento de puentes térmicos de forjado dónde se ha incluido un aislamiento de EPS de forma discontinua entre viguetas y coincidente con el aislamiento de fachada. Por otro lado, el tratamiento de la vigueta se realiza mediante abrigado por la cara superior e inferior, obteniendo un valor ponderado de pérdidas de energía entre ambos para su justificación y estudiando criterios de confort y salubridad en cada caso.




Figura 5. Tratamiento de puentes térmicos de forjados.

Sistemas de Envolventes y Acabados - Diseño Pasivo

El planteamiento para la envolvente térmica trata la escalera con prestaciones térmicas incorporando aislamiento en sus cerramientos, pero considerando un coeficiente de reducción de temperatura, basado en las estrategias de proyectos anteriores y debido principalmente a la ventaja del control de la estanqueidad del edificio. Se realiza simulación energética acotando parcialmente por cada una de las escaleras para evitar descompensaciones térmicas. Las fachadas se resuelven con soluciones prefabricadas mediante una combinación de paneles de yeso laminado y aislamiento para las fachadas con terraza y un acabado de GRC en el resto de fachadas. El edifico cuenta con altos niveles de aislamiento en la envolvente térmica, lo que supone bajas transmitancias térmicas en fachada (U=0,22 W/(m2K)), cubierta (U=0,24 W/(m2K)), solera (U=0,20 W/(m2K)) y división vivienda–escalera (U=0,18 W/(m2K)).



Figura 6. Instalación de fachadas de GRC.

Se dispone de carpinterías de altas prestaciones con U=1,0 W/(m2K) y triple vidrio con cámara de gas argón y lámia bajoemisiva, con Ug=0,6 W/(m2K).
Las persianas han sido analizadas y diseñadas en colaboración entre el Departamento de Eficiencia Energética de Grupo Lobe y la empresa fabricante, obteniendo un producto óptimo para ser usado en todas las promociones sitas en climas similares.
La estanqueidad del edificio se realizará en todas las viviendas de manera individual, cumpliendo el valor límite de infiltración que establece el certificado Passivhaus (0,6 r/h-1) en cada unidad de vivienda, lo que garantiza un

comportamiento energético óptimo en todas las viviendas, la máxima eficiencia de la ventilación mecánica y la eliminación de corrientes de aire.

Sistemas de Acondicionamiento e Instalaciones

Calefacción, refrigeración y ACS

Se instala una caldera de gas centralizada que cubre la demanda de ACS de todo el edificio, con apoyo de producción del 60% mediante placas solares térmicas. La calefacción y refrigeración se realiza mediante equipos individuales de aerotermia de alta eficiencia. El método de transmisión es el suelo radiante refrescante, trabajando a temperaturas de 35ºC en invierno y 18ºC en verano.

Ventilación

Se ha instalado un sistema de ventilación individual de doble flujo con recuperación de calor, siguiendo los requisitos del estándar Passivhaus. Los equipos son de alta eficiencia certificados como componente Passivhaus, lo que garantiza rendimientos superiores al 80% y consumos eléctricos inferiores a 0,48 Wh/m3.

Iluminación

Se realiza instalación de elementos de iluminación de bajo consumo tipo LED en zonas comunes y garaje. Además, se incorporan luminarias con detección de presencia en portales, trasteros y áreas de paso.

Energías Renovables

El edificio cuenta con apoyo a la producción de ACS de un 60% mediante energía solar térmica para cumplir los requisitos del Documento Básico de Ahorro de la Energía del Código Técnico de la Edificación.

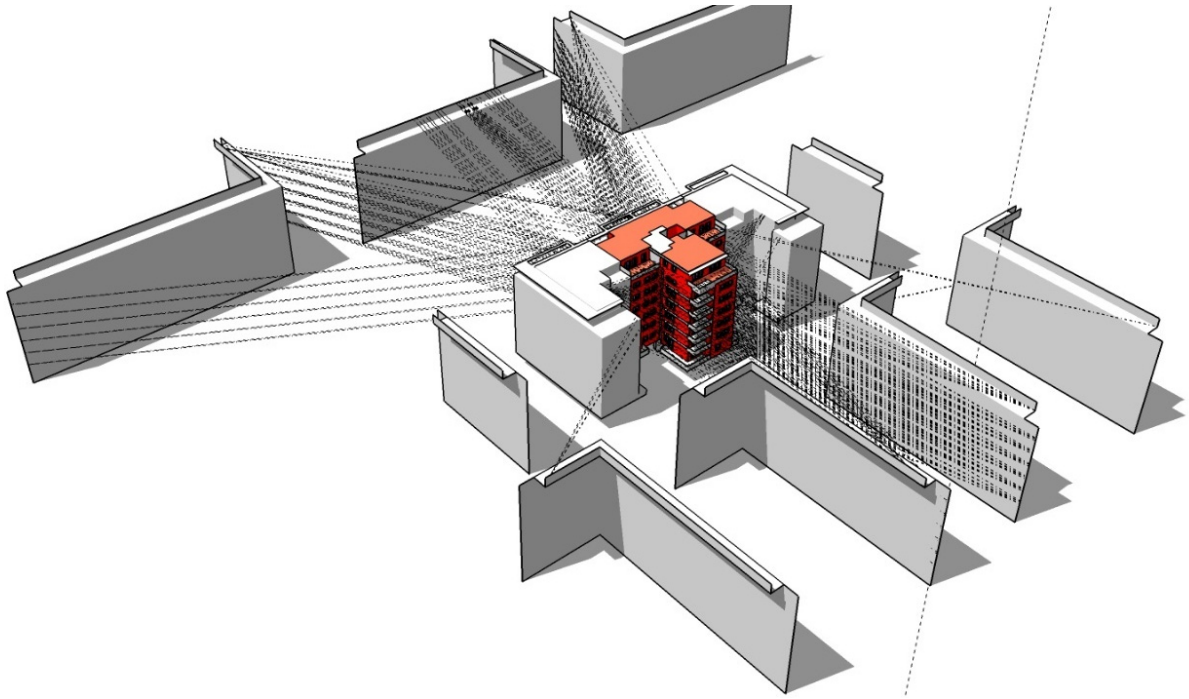
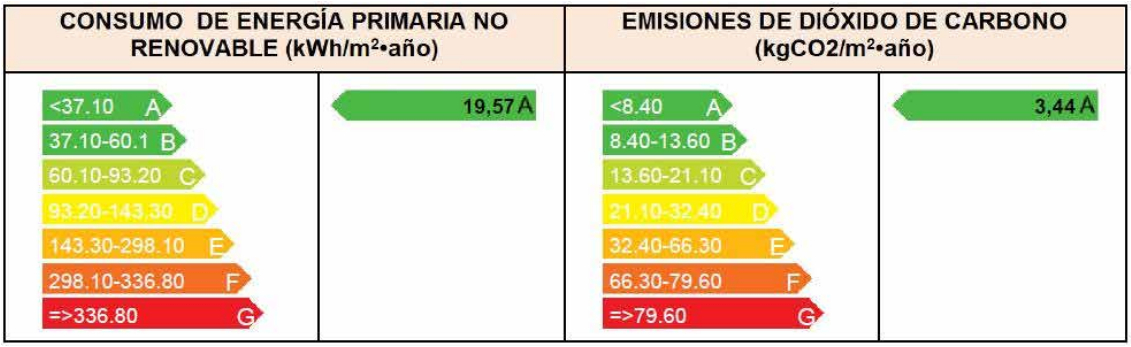


Figura 7. Modelado DesignPH de Edificio Zucchero.

CUMPLIMIENTO DB-HE AHORRO DE ENERGÍA

El Edificio Zucchero cuenta con una calificación energética A.

INDICADORES	
Consumo Energía Primaria no renovable:	19,57 kWh/ m²año
Demanda Calefacción:	9,11 kWh/ m²año
Demanda Refrigeración:	12,59 kWh /m²año
Aporte Renovables:	60% ACS
Emisiones CO2 Edificio:	3,44 kg CO2/m2año



CONCLUSIONES

La experiencia obtenida en otros proyectos de edificios plurifamiliares en climas similares nos permite optimizar las soluciones constructivas y detalles constructivos del edificio, permitiéndonos obtener el Certificado Passivhaus sin un sobrecoste excesivo. Además, la estandarización de soluciones constructivas nos permite automatizar procesos y predimensionar soluciones, por lo que se reduce considerablemente el tiempo dedicado a tareas repetitivas.

TURÓ DE LA PEIRA: POLIDEPORTIVO Y PISCINA INTERIOR DE CONSUMO CASI NULO

Resumen Proyecto: Se presenta un edificio polideportivo con piscina interior de consumo casi nulo, que abrió sus puertas en Junio de 2019 en el Turó de la Peira, Barcelona. El nuevo equipamiento cuenta con una estructura singular de madera contra-laminada y una fachada vegetal de cultivo hidropónico. Fruto de un proceso de análisis detallado con la simulación termo-dinámica y lumínica, el edificio tiene una envolvente térmica optimizada, con una solución innovadora de ventilación natural en la pista polideportiva. En proceso de certificación LEED, más de 1.000 m2 de placas fotovoltaicas en cubierta generan un 90 % de la energía requerida.



Figura 1. Vista de la fachada sur-este.

DATOS GENERALES PROYECTO	
Emplazamiento:	Carrer Sant Iscle 50-54, 08031 Barcelona
Uso Característico Edificio:	Equipamiento, pista polideportiva & piscina interior climatizada
Zona Climática:	CTE C2, Mediterráneo, Clasificación climático de Koppen “Csa”
Obra Nueva / Rehabilitación:	Obra nueva
Superficie Total Construida:	4.430 m2 edificación, 3.952 m2 urbanización
Fecha final obra:	*Junio 2019*
Otros:	*Periodo de construcción: 2016 - 2018*

MEMORIA DESCRIPTIVA

Agentes del Proyecto

- Promotor: Institut Barcelona Esports (IBE), Ajuntament de Barcelona
- Arquitectos: Anna Noguera, Javier Fernández
- Arquitecto Técnico: Dídac Dalmau
- Otros Técnicos de Proyecto: Carles Rubio, Javier López, Lara Ferrer, Marc Busquets
- Otros Agentes:
  - Estructuras: Manel Fernández, Ton Coll (Bernuz Fernández SLP)
  - Paisaje: Anna Zahonero, Pepa Morán, Víctor Adorno
  - Ingeniero de instalaciones y sostenibilidad energética: Xavier Saltó
  - Simulaciones energéticas: Micheel Wassouf (Energiehaus), Oliver Style (Progetic)
  - Mediciones y presupuestos: Salvador Segura, Cristina Carmona (Ardèvols Consultors Associats)
  - Fotógrafo: Enric Duch

Antecedentes: un entorno urbano duro y desestructurado

El barrio del Turó de la Peira se caracteriza por una gran densidad edificatoria de bloques de viviendas de gran altura, y por la poca dotación de espacios verdes. El patio de manzana donde se realiza la intervención es un espacio enmarcado por una trama heterogénea de diferentes tipologías de viviendas y ocupado, antes de la actuación, por dos equipamientos dispersos y obsoletos; una piscina y una pista exterior.

El resultado era un entorno urbano inhóspito y desestructurado, caracterizado por la suma de espacios residuales de superficies duras, muros y escaleras de hormigón que salvaban el desnivel existente entre las dos calles, y por una ausencia total de vegetación.

Descripción del Proyecto

REGENERACIÓN URBANA INTEGRAL CON UNA INFRAESTRUCTURA VERDE

Se propuso una regeneración integral a nivel urbanístico, concentrando los dos equipamientos en un solo edificio, con el fin de liberar espacio y crear un gran jardín. Una operación de desmineralización y renaturalización, eliminando muros y superficies duras y salvando los desniveles con taludes ajardinados que permiten diferentes recorridos adaptados y crean zonas de estar y juegos infantiles. El interior de manzana se ha convertido en un espacio público ajardinado que aporta calidad ambiental, que es un lugar de relación social, y que sirve de preámbulo del equipamiento.

El edificio se sitúa semiempotrado en el terreno, adaptándose a la topografía y salvando el desnivel existente entre las dos calles. La fachada a la calle Sant Iscle se configura como un frente urbano, con un porche en esquina que amplía la acera y nos invita a entrar. El edificio minimiza su impacto hacia el jardín con una galería verde que lo envuelve. El volumen aparece entonces, como un elemento más del jardín, sin mimetizarse, pero dialogando con él.

La vegetación del jardín se dobla y sube por la fachada dejando una grieta que recoge la entrada de la piscina. El edificio es otro elemento del jardín y dialoga con el espacio verde exterior.

Prestaciones del Edificio

ORGANIZACIÓN EFICIENTE Y RACIONAL

El edificio concentra los dos equipamientos en uno; piscina interior en planta semiempotrada y pista polideportiva interior en la planta superior. Dadas las limitaciones urbanas del solar, el programa se organiza de manera racional y eficiente, a fin de optimizar espacios de circulaciones, y garantizando todas las prestaciones y el buen funcionamiento.

La pista deportiva se desarrolla en las dos plantas superiores. La entreplanta a nivel de calle permite la comunicación visual sobre la piscina y es donde se sitúan los espacios de servicio, vestuarios y recepción.

Una rampa semiexterior conecta directamente la calle Sant Iscle con la pista, situada en la planta superior. Este gran espacio para la práctica deportiva y la celebración de otro tipo de eventos disfruta de buena iluminación y vistas sobre

el jardín. Dispone de unas gradas elevadas y situadas sobre los servicios de la pista, que dan cabida a alrededor de 100 espectadores.

CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE, NATURAL Y ACOGEDORA

La propuesta pone especial énfasis en las percepciones que el espacio físico transmite al usuario. La Iluminación natural, la vegetación y la utilización de materiales como la madera, aportan un ambiente acogedor y cálido, alejado de la frialdad característica de muchos equipamientos similares.

La pista polideportiva funciona exclusivamente con luz y ventilación natural durante todo el día gracias a la transparencia de sus cuatro fachadas y los lucernarios de cubierta. En el espacio de la piscina, semienterrado en el desnivel del terreno, la iluminación natural es controlada e intimista.

La madera está presente en todos los espacios del edificio transmitiendo confort y calidez. Las excelentes características de la madera en relación a su ciclo de vida, fue una de las razones por las que se eligió este sistema de construcción prefabricado de madera laminada. La totalidad de la estructura principal se construye con este sistema. Se valoró asimismo su buen comporta- miento mecánico, su adecuación al ambiente de la piscina, su ligereza y consiguiente ahorro en cimentación y muy especialmente su rapidez de ejecución.

En la piscina, el cromatismo de las grandes vigas contrasta con el frescor del agua. La abundante luz natural resalta su color y su textura. Una galería vegetal protege del asoleo y crea un espacio bioclimático. El sistema de plantación es hidropónico. Desde la pista, se percibe la fachada vegetal en toda su dimensión a través del muro cortina, pudiendo disfrutar de sus cambios y floraciones según la época del año.

MEMORIA CONSTRUCTIVA

Sustentación del Edificio y Sistema Estructural

Estructura 100% de madera prefabricada

Las excelentes características de la madera en relación a su ciclo de vida, fue una de las razones por las que se eligió este sistema prefabricado de madera laminada, con nulo impacto ambiental, ya que su huella ecológica es considerada cero. Se valoró asimismo su buen comportamiento mecánico, adecuación al ambiente de la piscina, ligereza y consiguiente ahorro en cimentación y muy especialmente su rapidez de ejecución, en un entorno difícil. Toda la madera está certificada PEFC y el suelo de madera, FSC.

Singularidad y complejidad de la estructura

La estructura principal del edificio es especialmente singular por tratarse de dos espacios de grandes luces superpuestos (27m pista y 21m piscina). Se le añade además una subestructura metálica colgante que atraviesa la piel de la fachada y sirve de soporte de la galería verde. Esta complejidad estructural fue objeto de un estudio muy específico para definir los diferentes elementos que fueron fabricados en su totalidad en taller y montados en obra en 8 semanas.

Sistemas de Envolventes y Acabados

La concepción del edificio con criterios de arquitectura pasiva junto con la aplicación de nuevas tecnologías, han conseguido un edificio muy eficiente a nivel energético. Están en proceso los trámites para la obtención de la calificación LEED platinum.

Arquitectura pasiva

El diseño del edificio se ha realizado con criterios de arquitectura pasiva. El volumen compacto y empotrado en el terreno minimiza la superficie de fachada evitando pérdidas térmicas. La configuración de las distintas partes de la envolvente se ha determinado de forma selectiva según la orientación solar y requerimientos de cada espacio en función de los resultados de las simulaciones termodinámicas con Energyplus-DesignBuilder y Radiance para la iluminación natural. La piscina se simuló con el módulo de piscinas interiores climatizadas de EnergyPlus, que permite calcular el balance energético entre la lámina de agua de la piscina y su entorno, tomando en cuenta la temperatura del agua de salida del generador térmico, la temperatura de entrada de agua fría de la red, la temperatura de consigna del agua de la piscina (29ºC) y la ocupación horaria de las personas en el agua y su tasa metabólica.

Conforme los resultados de las simulaciones, la optimización de la envolvente térmica genera un ahorro total de 182.011 kWh/a, aproximadamente 27.302 €/a, con un precio ponderado de la energía eléctrica de 0,15 €/kWh.

El acondicionamiento climático de la pista se realiza exclusivamente de manera natural. Ventanas laterales combinadas con 24 lucernarios están monitorizados mediante un sistema inteligente de automatización que funciona con sensores de temperatura, humedad, CO2 y lluvia.

El muro cortina de la piscina y de la pista polideportiva cuentan con vidrios de baja emisividad y gas argón en cámaras. Adicionalmente el cierre de fachada en la pista se realiza mediante un sistema modular de policarbonato coextruido con protección a los rayos UV, permitiendo la entrada de luz natural.

Espacio bioclimático: Fachada verde

Una galería vegetal compuesta por jardineras lineales y malla de acero electrosoldada por donde trepan las plantas, rodea el edificio protegiéndolo del asoleo, tamizando la luz y creando un espacio bioclimático que permite disfrutar de los cambios de estación y floración durante todo el año.

Sistemas de Acondicionamiento e Instalaciones

Las consignas de temperatura y humedad en los distintos espacios del edificio se muestran a continuación:

- Piscina interior: temperature aire = 31 ºC; humedad relativa = 65% - 70%
- Vestuarios y lavabos: temperature aire = 20 ºC; humedad relativa = 40% - 70%
- Zonas de administración: temperature aire invierno = 21 ºC; temperature aire verano = 24ºC; humedad relativa = 40% - 60%
- Pista polideportiva: temperatura mínima invierno = 14 ºC

Climatización y producción de Agua Caliente Sanitaria

La climatización de la piscina y la producción de agua caliente se produce mediante un sistema eficiente de aerotermia con equipos de producción Mitsubishi Q-Ton, usando CO2 como refrigerante. Las bombas de calor se alimentan parcialmente de la producción fotovoltaica. La deshumidificación de la piscina se realiza mediante un deshumidificador Hidros SRH3000. Adicionalmente, 2 equipos VRV condensados por agua (con anillo hidráulico) climatizan los demás espacios.

Ventilación

La ventilación de la pista se realiza de manera natural a través de 11 aberturas motorizadas en fachada y 24 lucernarios domotizados, facilitando una ventilación simple, cruzada, y de efecto chimenea. De esta manera se consigue un aporte de aire saludable procedente del jardín y del espacio bioclimático que configura la fachada verde.

Sensores de temperatura interior y exterior actúan sobre las aperturas para ventilar la pista y mantener las condiciones de confort dentro del rango establecido. Sensores de lluvia y viento detectan cuando es necesario que los lucernarios y aperturas en fachada se cierren para que no entre agua. Durante estos momentos, o cuando se requiere evacuar calor de la pista y la ventilación natural no es capaz de hacerlo, se encienden los ventiladores de extracción mecánica integrados en cada lucernario, para forzar la renovación de aire.

Iluminación

Durante el día, los espacios de pista y piscina se iluminan completamente de forma natural. Existen sensores de luz diurna que cuando ésta no es suficiente conectan las luces eléctricas (dimmerizables en un rango de 0 a 100) según las necesidades de cada espacio. Todas las luces son LEDs de alta eficiencia, libres de mercurio, de alto IRC y baja temperatura de color para dar calidez a los ambientes. Los espacios de servicio cuentan con sensores de presencia. Mediante el control de la iluminación artificial se logra un ahorro de aproximadamente 53.596 kWh/a.

Automatización y Control

La monitorización de climatización y ventilación se realiza mediante una RTU de adquisición, procesado y envío de datos, que recoge las señales requeridas para el control de temperatura, humedad y calidad del aire. El procesado incluye el tratamiento para convertirlos en valores concretos, obtención de magnitudes y almacenado mensual. Los datos se envían cada 15 min a la plataforma SENTILO. Se han implantado también sensores y sistemas de control que optimizan todas las instalaciones.

Ahorro de agua: Especies autóctonas y cultivo hidropónico

Espacios verdes con bajo consumo de riego: Especies locales adaptadas al clima mediterráneo en la urbanización y en la fachada verde. El sistema de plantación de fachada es hidropónico, elegido por su ligereza, durabilidad del sustrato, capacidad de retención de agua y facilidad de instalación.

Retención, recuperación y reutilización aguas pluviales y grises

Un gran depósito situado en el sótano recoge el agua pluvial desde la cubierta para su reciclaje y utilización para la totalidad del riego de la fachada verde. Se recuperan también las aguas grises de ducha para su reutilización para el 100% de las descargas de wc. Con todas estas estrategias reducimos un 41,91% el consumo de agua potable según los parámetros de la certificación LEED.

Retorno de las aguas al freático

La urbanización del jardín se compone de superficies permeables donde los desniveles se construyen con taludes vegetales que acaban en franjas drenantes que recogen el agua de lluvia para retornarla en su totalidad al freático.

Energías Renovables in situ o en el entorno

El edificio cuenta con más de mil metros de cubierta ocupados por placas fotovoltaicas, que generan 95.534 kWh anuales, el 90% de la energía necesaria en el edificio.

PRESUPUESTO Y VIABILIDAD ECONÓMICA

PEM Edificio

- € 4.962.276
- 1.119 €/m² (4.434 m²)

PEM Urbanización

- € 767.841
- 195 €/m² (3.936m²)

CUMPLIMIENTO DB-HE AHORRO DE ENERGÍA

INDICADORES	
Consumo Energía Primaria no renovable:	45 kWh/m2·a
Demanda Calefacción:	1,23 kWh/m2·a
Demanda Refrigeración:	41,11 kWh/m2·a
Aporte Renovables:	95.534 kWh/a
Emisiones CO2 Edificio:	6 kg CO2/m2·a

CERTIFICACIONES ENERGÉTICAS Y AMBIENTALES

El edificio cuenta con una certificación energética “A”, y está en proceso de certificación LEED.

IMÁGENES PROYECTO



Figura 2. Fachada sur-este.

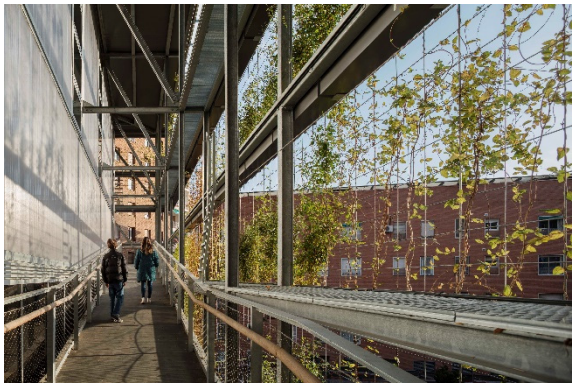


Figura 3. Rampa de entrada a la Pista polideportiva.

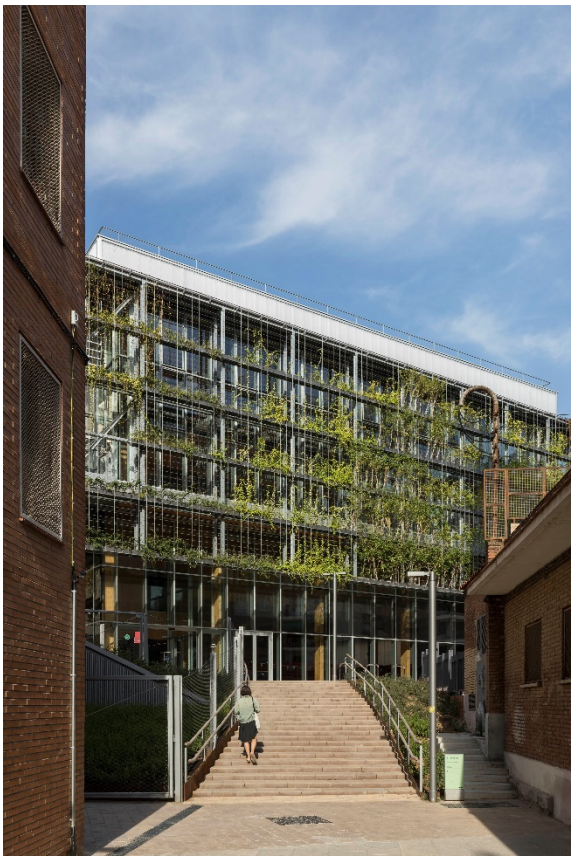


Figura 4. Fachada nor-este.



Figura 5. Pista polideportiva.

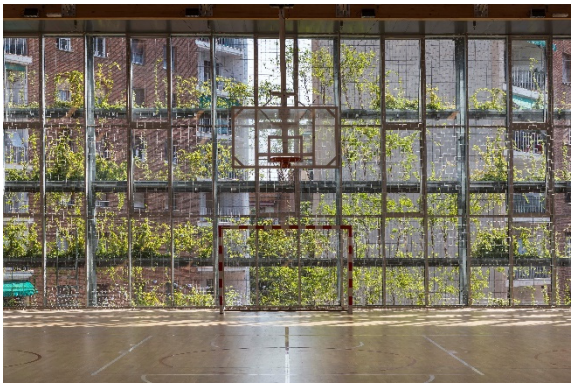


Figura 6. Muro cortina, Pista.



Figura 7. Ventanas y cierre de fachada en la Pista.



Figura 8. Piscina.



Figura 9. Generadores fotovoltaicos en cubierta.



Figura 10. Lucernarios motorizados con ventiladores de apoyo.



Figura 11. Montaje de la estructura de madera contra-laminada.



Figura 12. Detalle de unión entre pilares, viajes y forjados de CLT.



Figura 13. Colocación aislamiento térmico en el forjado entre piscina y pista.



Figura 14. Sala de instalaciones.

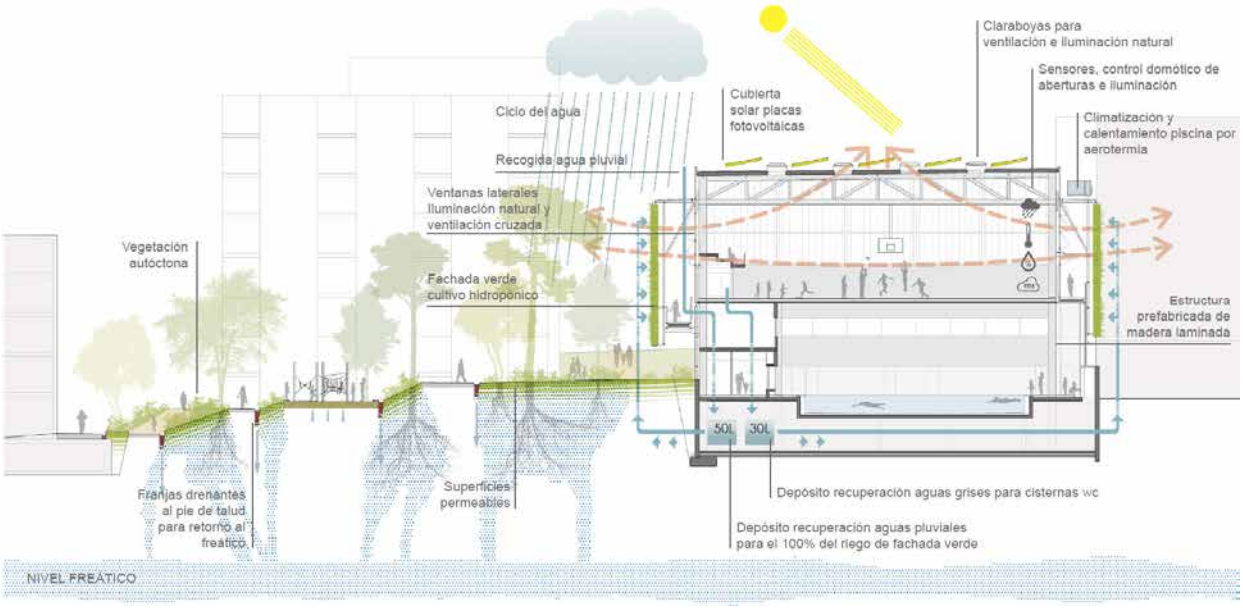


Figura 15. Infográfica de funcionamiento del edificio.



Figura 16. Imágenes del entorno y equipamientos antes de la actuación.

CENTRO INTEGRAL DEL TRANSPORTE DE METRO DE MADRID

Resumen Proyecto: El Centro Integral del Transporte es un complejo situado en el centro de Madrid, en el antiguo depósito de Metro de Plaza de Castilla. Está compuesto por cuatro edificios, un aparcamiento y un gran jardín urbano en superficie. Desde sus orígenes Metro de Madrid lo concibió como un complejo sostenible y eficiente, así se solicitó en el concurso de arquitectura y así se proyectó por el equipo ganador, Jardín 1. Si bien el proyecto era algo anterior a la normativa EECN, Metro de Madrid quiso que los edificios cumplieran con la futura normativa. La gestión del proyecto es compleja, en gran parte por la falta de precedentes, y por las exigencias de la propia explotación en cuestiones de energía, de seguridad y de conexión con la infraestructura.



Figura 1. Vista del conjunto de edificios y jardín, desde una torre Kío.

DATOS GENERALES PROYECTO	
Emplazamiento:	Avenida de Asturias s/n, Madrid.
Uso Característico Edificio:	Logística del transporte
Zona Climática:	Zona D3 (CTE)
Obra Nueva / Rehabilitación:	Obra Nueva
Superficie Total Construida:	23.297m2c
Fase del Proyecto:	*En construcción*

MEMORIA DESCRIPTIVA

Agentes del Proyecto

- Propiedad: Metro de Madrid S.A.
- Proyectistas: Jardín 1 UTE. Lourdes Carretero, Andrés Perea Ortega, Julio de la Fuente, Iván Carbajosa.
- Dirección de Obra: Lourdes Carretero, Andrés Perea Ortega, Julio de la Fuente, Iván Carbajosa y Manuel Leira.
- Dirección de Ejecución: Carrionat. Jorge Carrión.
- Otros Técnicos Intervinientes: Silvia Acera (arquitecta), Pasquale Ludovico (arquitecto).
- Otros Agentes: Valladares Ingeniería (estructuras e instalaciones), Batlle I Roig (Paisajismo), Safecor (Coordinación Seguridad y Salud), Grupo CPV (Control de Calidad), Architectural Green Method-Ana García y Manuel Macías (certificación ambiental), Estudio Medem (estudio geotécnico), Ingitep (levantamiento topográfico).

Antecedentes

Metro de Madrid tuvo como máxima a cumplir, desde sus orígenes, que el Centro Integral del Transporte fuera un complejo sostenible y de bajo consumo energético. Esto se plasmó en los pliegos (se explica con mayor detalle en la Comunicación) y la propuesta ganadora del concurso, con lema "Jardín 1", dio la mejor respuesta en todo lo que se solicitaba:

- Carácter representativo.
- Espacios funcionales y confortables para los usuarios, además de flexibles, para permitir modificaciones en puestos de trabajo, despachos y dependencias, con la mínima incidencia en el cambio de instalaciones.
- Solución eficiente que:
    - integrara energía, sistemas portantes, climatización, luz natural, orientación, gestión del agua y el espacio,
    - priorizara las estrategias de diseño en favor de un bajo aporte energético y reducción de recursos naturales,
    - considerara la durabilidad de la edificación y urbanización a lo largo de su vida útil.
- Tener presente la Historia de la Compañía con su legado patrimonial y transmitir un ambiente sincero, cercano y de confianza a la sociedad.

En cuanto a criterios ambientales, se solicitó obtener una calificación A, cumplir con los estándares EECN y acercarse, lo máximo posible, a los estándares Passiv Haus o similar, y a los requisitos de VERDE/Leed/Breeam o similar.

Descripción del Proyecto

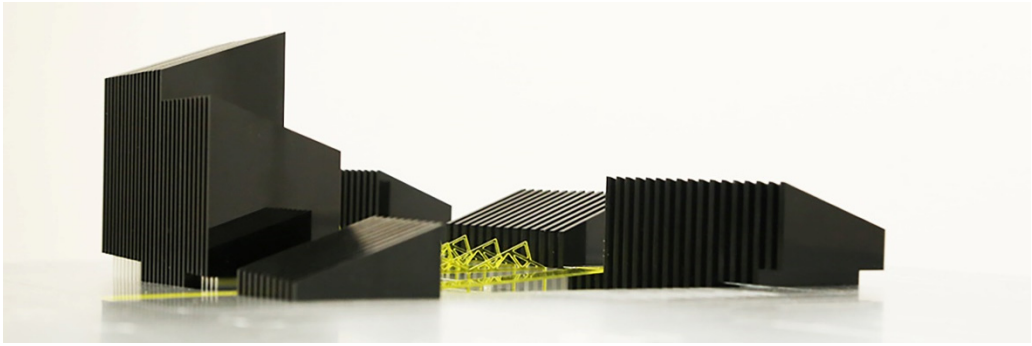


Figura 2. Maqueta del concurso organizado con el COAM.

El gran desnivel de la parcela, característica de muchos depósitos ferroviarios, permite que, de los 48.000m2c, casi la mitad queden bajo las rasantes de las calles, y únicamente emerjan unos volúmenes acordes con la escala de los edificios colindantes. El conjunto tiene una imagen potente y reconocible en la ciudad: unos prismas en color negro con cubiertas inclinadas que le dan un carácter industrial muy característico, y un gran jardín urbano en el centro que evoca su pasado ferroviario como cochera del metro.

El primero que se está construyendo es el CTA (Centro Técnico y Administrativo), la sede de Metro de Madrid. Este edificio es el más grande, tiene una base rectangular que se levanta en dos cubiertas inclinadas en sentidos opuestos, y es el que marcará las directrices de aprendizaje para alcanzar los objetivos EECN en el complejo. Con una superficie construida de unos 23.300m2, dará servicio a unos 1.000 empleados.

Prestaciones del Edificio

La estrategia energética planteada en el edificio desde el propio concurso no se quedó únicamente en un consumo energético nulo en su fase de uso, sino que todos los sistemas (estructurales, constructivos, instalaciones, diseño arquitectónico) se plantearon orientados hacia la reducción de la energía embebida en los materiales, reducción de la demanda con el diseño de la envolvente y el factor de forma, empleo de estrategias de atemperamiento para climatización, atemperamiento de la envolvente térmica mediante vegetación, autogeneración de energía y optimización de equipos de instalaciones. La reducción de la huella medioambiental, las estrategias pasivas y activas se consiguen en prácticamente todos los sistemas.



Figura 3. Vista del edificio del CTA, y acceso al jardín desde la calle Magnolias.

El jardín Metro

El jardín central es un elemento importante en la propuesta de sostenibilidad, eficiencia energética y recuperación de la imagen ferroviaria que había en el lugar.

El agua pluvial se infiltra mediante zanjas y pozos de infiltración que sirven como drenaje propio del jardín y reducen la necesidad de riego. El agua que circula en una vía acequia refresca el ambiente, crea vida y verla nos relaja; esta lámina de agua sigue la huella de las vías e incorpora vegetación acuática. Las gradas verdes de acceso al jardín tendrán vegetación y pavimentos drenantes para permitir la infiltración de agua y evitar el sobrecalentamiento.

Para las especies vegetales se tuvo en cuenta su adaptación agroclimática local, priorizando las especies autóctonas. También se buscó una máxima biodiversidad, con presencia de flores todo el año, para atraer, alimentar y cobijar a la máxima fauna posible, y con una vegetación en parterres que favoreciera la creación de biotopos. El arbolado para regular la humedad, almacenar CO2 y oxigenar el aire, así como generar espacios de sombra y depurar agua de lluvia.

Asimismo, se buscó minimizar los residuos. La plataforma va en cota 723,5, cota actual de la parcela, reduciendo el volumen de tierras a manejar. En la premisa de reducción y reciclaje de materiales, se reutilizan elementos históricos de las cocheras antiguas para los acabados finales, tales como mobiliario urbano, mástiles, luminarias, etc.

En términos de movilidad, se incorporan aparcamientos de bicicletas para potenciar este medio de transporte y así reducir el ruido y la polución en el barrio, generadas por el tráfico rodado.

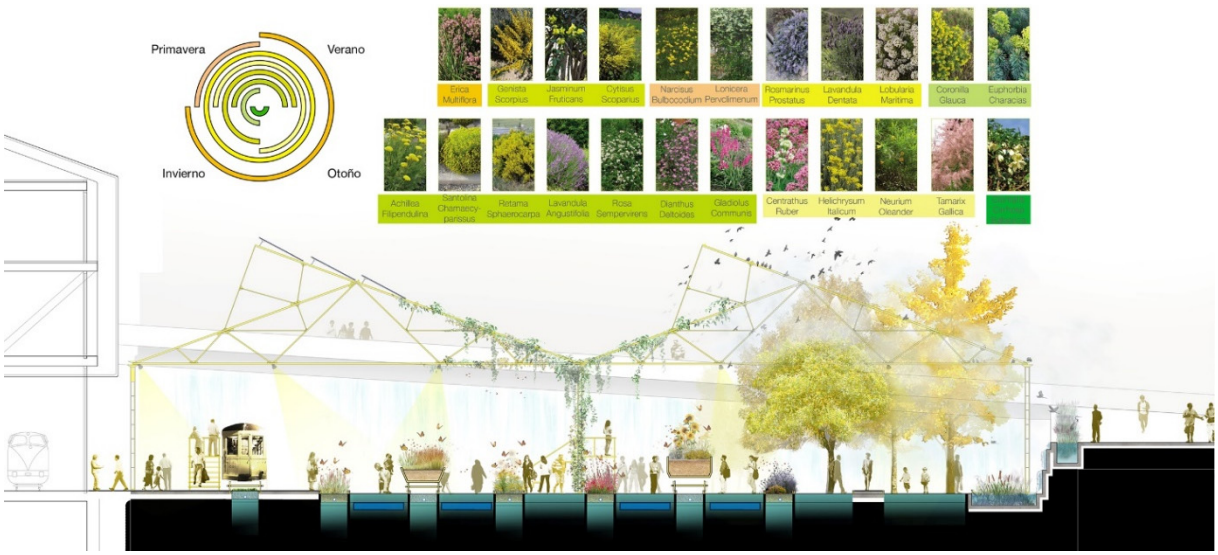


Figura 4. Sección del jardín central, espacio que quiere evocar el pasado ferroviario del recinto.

MEMORIA CONSTRUCTIVA

La clave fundamental de este proyecto es la convivencia entre arquitectura, construcción, eficiencia espacial, estructuras e instalaciones. Los edificios fueron cobrando forma bajo la mano de estas cinco protagonistas, añadiendo además otros dos ingredientes: un fácil mantenimiento y absoluta austeridad en el presupuesto.

Esta última directriz marcó una clara estrategia en la arquitectura y la construcción, donde el principio de "economía" se trabajó diferenciando entre:

- Una alta calidad de los elementos esenciales, esto es, envolventes, estructura e instalaciones,
- Una carácter austero y neutro, pero calidad suficiente, para el resto de componentes de arquitectura y paisajismo.

Algunas de las medidas de alta calidad que se proponen a nivel de arquitectura van orientadas al mantenimiento, como es la ejecución de una galería perimetral con que se envuelven los espacios bajo rasante (cámaras laterales y forjado sanitario registrables). Un mantenimiento fácil e inmediato para reparación, reposición o ampliación de todos los sistemas fue condición primordial. Otras medidas, en este caso ambientales, responden a los espacios de trabajo, donde se cuida con detalle que los entornos acústicos, formales y lumínicos sean de excelencia.

Sustentación del Edificio y Sistema Estructural

La estructura se concibió como un elemento integrador de proyecto y no como un elemento independiente. Con una estructura de pilares en el exterior, se permiten unos espacios interiores de calidad. Con sistemas prefabricados, se reduce el peso de la estructura, la huella de producción y desplazamiento de materiales de construcción.

A través de un conjunto de losas y pilares (y puntualmente muros) se transmiten las cargas verticales desde su origen hasta la cimentación y el terreno. En general, los pilares se distribuyen cada 2 m como elementos no sólo estructurales, sino que forman parte de la protección al soleamiento de las fachadas, hecho que conllevará una reducción significativa de la demanda energética; estas costillas negras prefabricadas de hormigón en fachadas norte y sur también marcarán la identidad de los edificios. La excepción es la planta baja, con pilares metálicos cada 8 metros. Los forjados sobre rasante tienen losas prefabricadas en T con perforaciones que permiten el paso de instalaciones: estructura e instalaciones quedan vistas, creando una imagen potente. Los vanos internos (dentro de la pastilla central del núcleo) son losas macizas de hormigón armado para permitir una distribución amplia y libre de instalaciones.

El forjado de sótano en contacto con el terreno es tipo cavity, de grandes dimensiones. Se compone de un forjado en contacto con el terreno, unos muros de apoyo cada 8m y losas alveolares pretensadas apoyadas, generando un espacio abierto para el paso de instalaciones, ventilación y mantenimiento, además de evitar la entrada de agua desde terreno.

Sistemas de Envolventes y Acabados

Para el sistema envolvente y la simulación energética, además de la orientación de las fachadas, se realizó un estudio del sombreamiento de los edificios colindantes.

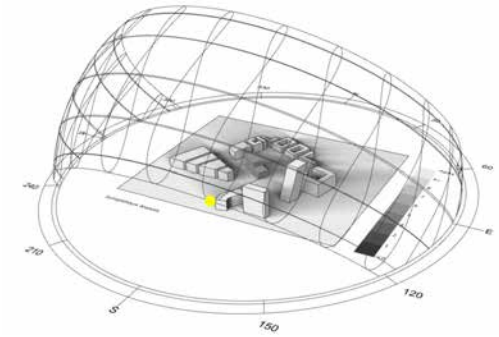


Figura 5. Estudio de de soleamiento para solucionar la envolvente y la sombra proyectada.

En la envolvente se buscaron altas prestaciones térmicas. Desde el propio concurso se evitó el muro cortina, introduciendo petos opacos; la altura de los petos era distinta en función de la orientación, petos más bajos y ventanas más altas al norte y petos más altos y ventanas más bajas al sur. Asimismo, la composición de las fachadas varía según su orientación: las fachadas norte y sur tienen una composición, y los testeros este-oeste, otra. Además, se diferenció el tratamiento en planta baja y la zona de instalaciones en el ático. Siguiendo una secuencia de abajo a arriba, encontramos:

1. Planta baja (retranqueada): fachada de vidrio de contacto del edificio con la cota cero. Fachada acristalada con perfilería de aluminio lacado y vidrios laminares de seguridad, con una familia principal de montantes con tapeta en U invertida y una familia secundaria de juntas ocultas con sellado de silicona que aparece solo en las zonas de doble altura. Las puertas principales de acceso son puertas pivotantes con carpintería de acero inoxidable oculta y vidrio templado.
2. Plantas superiores, fachadas norte y sur. Además de las costillas estructurales de hormigón prefabricado que quedan separadas de la fachada gracias a unos conectores estructurales, tenemos, en términos generales, una fachada acristalada con dos zonas:
   - Zona de visión de los espacios de trabajo: compuesta por doble acristalamiento con vidrio exterior incoloro templado de control solar, y un vidrio interior laminar de seguridad con aislamiento acústico.
   - Zona ciega del peto: compuesto por aislamiento de lana mineral y acristalamiento monolítico de 8mm.
3. Plantas superiores, fachadas este y oeste (testeros). Revestimiento de chapa plegada de aluminio y montantes revestidos de composite con acabado exterior de aluminio. Hay pocos huecos para minimizar el deslumbramiento y las ganancias energéticas por radiación solar: ventanas balconeras practicables para ventilación y mantenimiento, protegidas con un peto de vidrio laminar termoendurecido.
4. Planta instalaciones en la coronación del ático: fachada permeable de chapa perforada para ventilación.

DATOS CONSIDERADOS EN LA SIMULACIÓN	PARTES OPACAS			PARTES ACRISTALADAS	
	Fachada	Techo	Suelo	Cara Norte, Este y Oeste	Cara Sur
Transmitancia térmica (W/m2K)	0,177	0,209	0,652	1,099	1,099
Reflectancia	0,08	0,08	-	-	-
SHGC	-	-	-	0,599	0,333
Transmitancia visible	-	-	-	0,781	0,572

Figura 6. Datos considerados en la simulación energética.

Sistemas de Acondicionamiento e Instalaciones

Se optó por un sistema a cuatro tubos de caudal variable de agua: las diferentes zonas del edificio se climatizan con vigas frías a cuatro tubos, y el aporte de aire primario de los climatizadores se realiza a través de las propias vigas.

La Sala Polivalente, que puede disponer de un alto grado de exigencia, se dota con un climatizador independiente, el cuál, además de aportar aire primario, vencerá las cargas térmicas.

Calefacción

La central de producción de calefacción y agua caliente se compone de un módulo tipo rooftop compuesto por dos calderas de condensación (ubicado en cubierta) y dos bombas de calor geotérmicas. La central de producción de agua caliente dará servicio a dos circuitos, uno de alta temperatura para el ACS y otro de baja temperatura para la climatización (suministro a climatizadores y vigas frías). Cualquier elemento de la central de calor tendrá la capacidad de dar servicio a cualquiera de los dos circuitos en caso de que fuese necesario por pico de demanda térmica en cualquiera de ellos. El circuito de baja temperatura también dará apoyo al de ACS con un precalentamiento del mismo.

Refrigeración

La central de producción de frío está compuesta por dos enfriadoras aire-agua ubicadas en cubierta y las dos bombas de calor geotérmicas ubicadas en sótano -2. Dará suministro de agua enfriada a los climatizadores y a las vigas frías a través de las tuberías del circuito de agua fría. El sistema utiliza compresores tipo scroll controlados por inverter, lo que implica elevados coeficientes de rendimiento. En cuanto a las unidades interiores, las estancias de plantas sobre rasante van con vigas frías a cuatro tubos para proporcionar frío o calor. Las estancias de los sótanos cuentan con unidades interiores VRF de tipo cassette. Los racks de planta cuentan con unidades interiores VRF de tipo pared.

Ventilación

Los climatizadores de aire exterior incluyen recuperador de tipo rotativo que mejora las condiciones del aire que entra a la batería. Además, contarán con nivel de filtración según RITE para asegurar la calidad de aire exterior. Todos los filtros estarán dotados de presostatos para indicar su estado de ensuciamiento.

Iluminación

Las luminarias seleccionadas en proyecto responden a tecnología LED, consiguiendo un ahorro en consumos de iluminación respecto a una iluminación convencional, además de ahorrar en labores de mantenimiento por existir un menor número de reposición de lámparas. Además, contará con un sistema de control digital con sistema de comunicación DALI. Este sistema permitirá:

- Flexibilidad. Si se decide compartimentar no es necesario recablear el sistema, sólo reprogramar los módulos de control de alumbrado.
- Regular las luminarias al aporte de luz natural y crear distintos tipos de alumbrado según sean las necesidades.
- Ahorro en el mantenimiento de la instalación. Se introducirán los datos de número y potencia de cada una de las luminarias, se crearán históricos de horas de funcionamiento, potencia y energía consumida, y se obtendrá información fiable del envejecimiento de los elementos y datos de consumos en cada zona.
- Ahorro energético en horarios nocturnos, ya que permite una regulación desde el 100 % al 3% de intensidad al disponer de balastos digitales.
- Ahorro en climatización. La potencia que se ahorra en iluminación es aporte térmico que no realizamos.

Automatización y Control

El edificio cuenta con un sistema cuya misión es gestionar de manera centralizada las instalaciones electromecánicas presentes en el edificio, lo cual supone tenerlas todas bajo la tutela de un único sistema que:

- Permita la supervisión y el control, específicos de cada una de ellas.
- Posibilite el intercambio de todo tipo de informaciones y actuaciones entre instalaciones.

El Sistema de Gestión del Edificio suministrará información de los equipos e instalaciones de climatización y ventilación, contraincendios, electricidad, control del consumo de energía eléctrica, etc.

Energías Renovables in situ o en el entorno

Sistema de geotermia

Compuesto por dos bombas de calor geotérmicas (GHP) ubicadas en sótano -2, próximo a los sondeos que constituirán el bucle hidráulico. Los sondeos serán verticales, de 150 metros, y el número total asciende a 56.

La producción geotérmica alimentará a los colectores de frío o calor, de forma que su energía se aprovechará en la climatización del edificio y en el precalentamiento del ACS. Para la certificación, se introdujeron estos datos en la simulación, bajo una serie de criterios. En relación con la geotermia, se simularon 3 lazos: Frío, Calor y Geotermia. En los elementos terminales, se simularon baterías de los climatizadores a 4 tubos y baterías de las vigas frías a 4 tubos.

SIMULACIÓN		
LAZO PRIMARIO / SECUNDARIO FRÍO *(se proyectan 4 equipos)*	**LAZO PRIMARIO / SECUNDARIO CALOR** *(se proyectan 4 equipos)*	**LAZO GEOTÉRMICO** *(se proyectan 4 equipos con el intercambiador geotérmico de 56 sondeos)*
-2 GHP condensando (272 kW c.u.)	-2 GHP evaporando (317 kW c.u.)	-2 GHP evaporando (317 kW c.u.)
-2 enfriadoras condensadas aire (637 kW c.u.)	-2 calderas (280 kW c.u.)	-2 GHP condensando (251 kW c.u.)
***Las bombas del primario se han simulado a caudal constante y las del secundario a caudal variable.*	***Las bombas del primario se han simulado a caudal constante y las del secundario a caudal variable.*	***Estos dos equipos son los mismos con inversión hidráulica, pero para poder representarlos en el modelo de Energy plus se han duplicado funcionando sólo los dos correspondientes en temporada de calentamiento o temporada de enfriamiento.*

Figura 7. Lazos simulados para la instalación geotérmica.

Instalación fotovoltaica

Como cumplimiento de los criterios EECN es necesaria la instalación de 156 kWp. Con la potencia de 156 kWp instalados obtendremos una energía mensual estimada de la planta de:

Mes	kWh/año	Mes	kWh/año	Mes	kWh/año
Enero:	11.900 kWh	Mayo:	24.000 kWh	Septiembre:	21.700 kWh
Febrero:	14.600 kWh	Junio:	25.700 kWh	Octubre:	17.600 kWh
Marzo:	20.800 kWh	Julio:	27.600 kWh	Noviembre:	12.500 kWh
Abril:	21.300 kWh	Agosto:	25.900 kWh	Diciembre:	11.300 kWh
Total anual: 234.900kWh					

Esto nos da una contribución fotovoltaica de 11,5 kWh/m2. Se emplearán 512 módulos solares fotovoltaicos monocristalinos que proporcionan una potencia de 305Wp cada uno de ellos.

PRESUPUESTO Y VIABILIDAD ECONÓMICA

Desde sus orígenes, el proyecto contó con un presupuesto limitado acorde al rango de PEM de mercado para este tipo de edificios (1.121€/m2) y había que ajustarse al mismo. Por otro lado, la ejecución se está acometiendo por fases, cuestión que facilita la construcción del complejo. Gran parte de la viabilidad económica se apoya en una re-estructuración patrimonial, destacando los siguientes aspectos:

- La construcción del CTA se acomete parcialmente con la venta de los edificios y parcelas de la actual Sede Social.
- Un estudio económico realizado muestra los ahorros derivados de la agrupación de edificios: por un lado, el aumento de productividad que supone la unificación del personal (en la actualidad disperso en ocho edificios en Madrid) y por otro lado, los desplazamientos que deja de realizer el personal entre dichos edificios.
- El ahorro al dejar de abonar el alquiler de uno de esos ocho edificios.
- El ahorro debido a la zonificación del nuevo diseño, la autoproducción y mejora de la eficiencia energética.

CUMPLIMIENTO DB-HE AHORRO DE ENERGÍA

La normativa vigente durante la redacción del proyecto fue la del CTE-2013. Para dar cumplimiento a dicha normativa se empleó la herramienta HULC, cuyo resultado fue una calificación energética de proyecto de clase A, con:

Demanda Calefacción:	7,41 kWh/m2año
Demanda Refrigeración:	18,67 kWh/m2año
Emisiones CO2 Edificio:	10,13 kgCO2/m2año

CUMPLIMIENTO EECN

En previsión del cambio de normativa, se solicitó en pliegos dar cumplimiento a EECN, con la información disponible en ese momento. Se establecieron unas consideraciones de partida, se realizó la simulación con EnergyPlus y cálculos de radiación con la herramienta Radiance 5.0.

Condiciones del edificio	Instalaciones consideradas en nZEB	Consumos
- Temperatura interior entre 25 ºC y 21ºC - Ocupación 8 m2 por persona - Vidrios con elevado factor solar - Costillas en fachada Norte y Sur - Control del alumbrado	- Calefacción - Refrigeración - Ventilación - ACS - Iluminación - No incluye consumos internos de equipos para el Puesto de Trabajo.	

	Source Electricity [kWh/m2]
Heating	1.7
Cooling	16.4
Interior Lighting	23.9
Fans	6.8
Pumps	10.5
Total Source Energy	59.3

Figura 8. Condiciones de proyecto y consumos.

Si se aplican los coeficientes de paso del documento del IDAE, "Factores de emisión de CO2 y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España", tenemos que un consumo de 59,34 kWh/m2 de energía primaria, equivale a 25,06 kWh/m2 de energía final. Considerando el autoconsumo debido a los paneles fotovoltaicos, la energía final real consumida (neta) pasa a ser: 25,06 – 11,5 =13,56 kWh/m2. año. Volviendo a aplicar los coeficientes de paso, se traduce en:

Energía Primaria renovable Consumida	5,61 kWh/m2. año
Energía Primaria no renovable Consumida	26,49 kWh/m2. año
Energía Primaria Total Consumida	32,10 kWh/m2. año

Para la Zona Mediterránea (Recomendaciones UE 2016/1318) tendríamos que cumplir los siguientes valores límite:

- 90 kWh/m2. año (energía primaria de fuentes renovables y no renovables) > **32,10 kWh/m2. año**
- 30 kWh/m2. año (energía primaria neta) > **26,49 kWh/m2. año**

Con estos resultados, el edificio está dentro del límite para poder clasificarse como EECN.

CERTIFICACIONES ENERGÉTICAS Y AMBIENTALES

El complejo se certificará con la herramienta VERDE, cuya metodología está basada en una aproximación al Análisis de Ciclo de Vida. Se definen una serie de criterios para reducir los impactos ambientales, sociales y económicos del proyecto. Los impactos valorados en VERDE NE Equipamientos, versión Ω, son: cambio climático, emisiones a la atmósfera, tierra y agua, cambios en la biodiversidad, agotamiento de energía no renovable, agotamiento de agua potable, agotamiento de recursos, generación de residuos, impactos sobre el vecindario, accesibilidad salud y confort, aspectos económicos por ahorro en el coste del ciclo de vida. El proyecto incluye el mayor número de medidas viables para alcanzar la mayor puntuación posible, estando en estos momentos entre las cuatro y cinco hojas.

RESIDENCIA DE MAYORES Y CENTRO DE DÍA FUNDACIÓN REY ARDID EN ROSALES DEL CANAL (ZARAGOZA)

Resumen Proyecto: El edificio que queremos presentar está diseñado para la instalación de una residencia para personas mayores y centro de Día del Grupo Ramón Rey Ardid, en fase de certificación Passive House. Será el primer edificio de uso terciario certificado de Aragón. Se trata de un espacio de más de 5400 m2 útiles y consta de un sótano, tres plantas alzadas con doble orientación Norte Sur. La residencia ha sido promovida por la Fundación Rey Ardid se trata de una fundación sin ánimo de lucro especialista en residencias de personas mayores y que históricamente ha sido pionera en la toma en consideración de los fundamentos de la eficiencia energética y de las energías renovables, como así ha demostrado en otras residencias que ha desarrollado anteriormente. Sin embargo, este proyecto significa un antes y un después en el ahorro de la demanda del edificio, estableciendo un estándar de construcción pionero para residencias en España.

La residencia se ubica en Zaragoza, se trata de un clima continental frío en invierno y caluroso en verano. Los inviernos son especialmente duros por los vientos predominantes de la zona conocido como el cierzo (Viento de noroeste) el edificio se protege del viento predomínate mediante una fachada oeste, con un bajo porcentaje de ventanas que protege el patio interior.

En verano se realizan puntas de un calor muy seco que llegan hasta los 42 grados de temperatura, este factor ha sido importante en el desarrollo del proyecto.

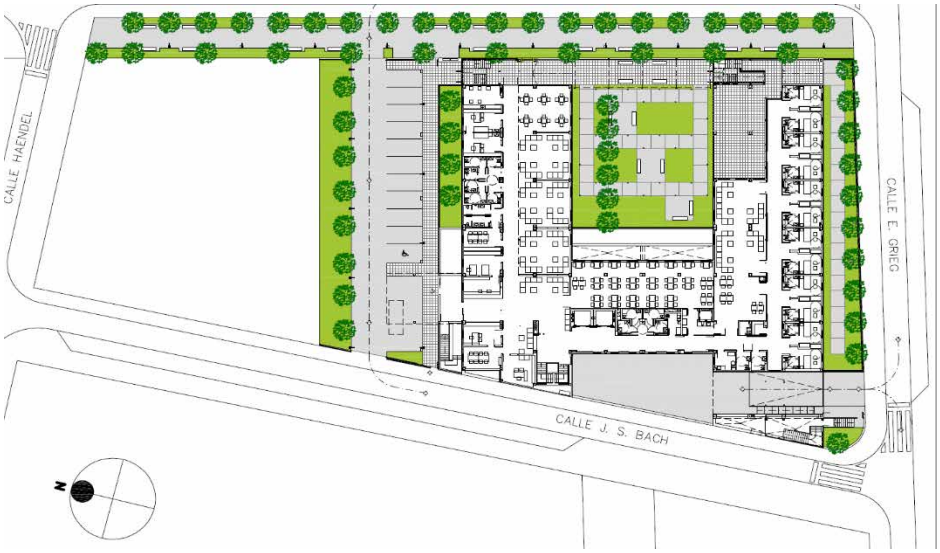


Figura 1. Plano de urbanización.

DATOS GENERALES PROYECTO	
Emplazamiento:	Parcela ES-2 sector 89/1 Rosales del Canal (Zaragoza)
Uso Característico Edificio:	Residencia de Mayores y Centro de Día
Zona Climática:	Zona climática D3 (altura 207 m)
Obra Nueva / Rehabilitación:	Obra Nueva
Superficie Total Construida:	5.485 m^2
Fase del Proyecto:	Terminado y en ejecución

MEMORIA DESCRIPTIVA

Proyecto básico y de ejecución del edificio ha ido realizado por el despacho TRAMA Arquitectura y Urbanismo, fundado por Luis Fernández y Teofilo Martín. El Project Management y dirección de ejecución el arquitecto técnico José Ramón Diago, Ingenieria Pilar Peco, SL, el consultor Designner Passivhaus ha sido el arquitecto técnico Luis Miguel Soler y Finalmente la certificadora de edificio ha sido Michelle Wassouf de Energiehaus.
Las obras se iniciaron en julio de 2018 y se prevé su finalización a principios del año 2020.

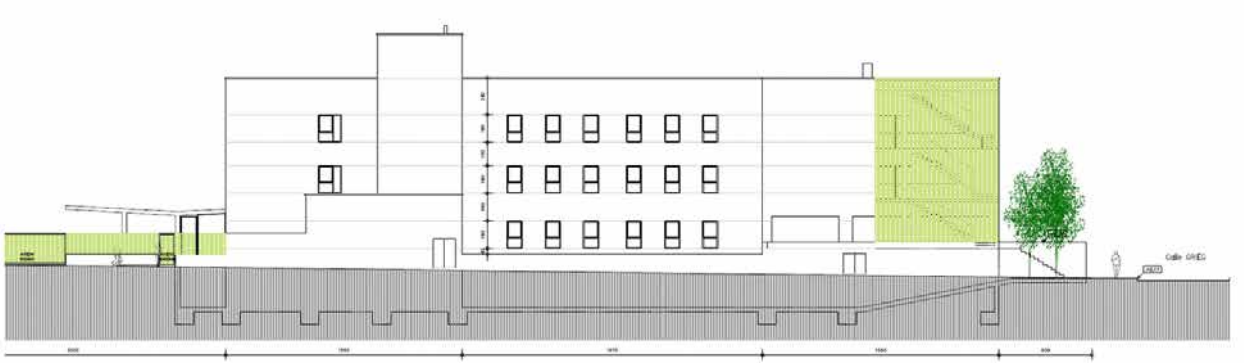


Figura 2. Sección longitudinal.

Se trata de un edificio con PB+2 de altura donde se ubican las habitaciones de los residentes y las zonas comunes y en el sótano donde se ubica una zona de tanatorios y las cocinas del centro y lavandería que salen fuera de la envolvente Estructuralmente se trata de un edificio muy sencillo con zapatas aisladas, con forjado de hormigón, un forjado sanitario y una cubierta plana que se detallan a continuación.

RESIDENCIA DE MAYORES Y CENTRO DE DÍA FUNDACIÓN REY ARDID	
Ubicación	Parcela ES-2 sector 89/1 Rosales del Canal Zaragoza
Superficie construida total	5485 m^2
Superficie de referencia energética S.R.E.	4243 m^2
Presupuesto de ejecución por contrata (PEM+GG+BI)	3.676.817 €
Demanda de calefacción según proyecto	14,8 kWh/m^2a
Carga de calefacción según proyecto	10,5 W/m^2
Carga de refrigeración según proyecto W/m^2	10,2 W/m^2
Resultado test Blower	0,6 renovaciones hora (actualmente fase de proyecto)
Certificación prevista	Passive House Classic

Tabla I. Demanda según proyecto.

La residencia presenta dos filosofías de funcionamiento, una la zona de residentes generales que presenta un funcionamiento continuo y homogénea de ocupación durante toda la semana y otra las zonas de reunión con los familiares que presentan una carga puntual los fines de semana que puede presentar problemas sobrecalentamiento en los meses de verano.

Las personas mayores presentan mayor sensibilidad que otra tipología de población al frío para la certificación de este edificio se han tenido en cuenta este principio y se ha subido un grado la temperatura oficialmente establecida para la certificación en proyectos pasando a 21 ºC, (supone un 20% de incremento).

Por otro lado, se ha establecido un criterio y ventilación mayor al usual. Este exceso de ventilación puede generar unos ambientes secos y un mayor consumo de energía, sin embargo, se realizará de manera puntual y cíclica, de esta manera se persigue mantener la calidad del aire y evitar malos olores.

Agentes del Proyecto

- Promotor: FUNDACIÓN RAMÓN REY ARDID.
- Proyectistas: Luis Fernández y Teófilo Martín.
- Dirección Obra: Luis Fernández, Teófilo Martín, José Ramón Diago Borra y Luis Miguel Soler Carbo.
- Otros Técnicos Intervinientes: Pilar Peco Yeste.

Antecedentes

A principios del año 2009, la Fundación Ramón Rey Ardid encarga al equipo formado inicialmente por el despacho TRAMA Arquitectura y Urbanismo fundado por Luis Fernández y Teófilo Martín, y al despacho de ingenieria Pilar Peco, SL actuando como Project Management y dirección de ejecución el arquitecto técnico José Ramón Diago, el diseño de una nueva Residencia para mayores.

En mes de mayo del año 2010 presentamos el Proyecto básico.

En la primera reunión del equipo, decidimos plantear la posibilidad de transformar el Proyecto anterior y plantearlo desde el punto de vista de Edificios Pasivos, con la idea de que fuera un edificio de consumo casi nulo y lo más cercano posible a un edificio autosuficiente desde el punto de vista energético.

Mientras tanto nos quedaba la labor de convencimiento del cliente sobre las bondades de los criterios pasivos, así que comenzamos a estudiar y a demostrar con cifras que la inversión es más que razonable y que la apuesta merecía la pena.

Desde un punto de vista puramente empresarial, qué queréis que os diga, pero el ahorro en la huella de carbono o de CO2, en principio no resulta del todo convincente, pero un edificio de uso terciario es lo más defendible acotando los resultados en la pura economía.

Una residencia de mayores para una Fundación sin ánimo de lucro, es decir, que tiene la sana intención de gestionarla durante toda su vida útil, es un regalo desde el punto de vista económico, ya que los períodos de amortización de cualquier edificio Passiv son muy inferiores a ese período.

Finalmente, en el año 2017 se terminó el Proyecto.

Las obras se iniciaron en julio de 2018 y se prevé su finalización a finales de 2019.

Descripción del Proyecto

Se trata de un edificio con PB+2 de altura donde se ubican las habitaciones de los residentes y las zonas comunes y en el sótano donde se ubica una zona de tanatorios y la lavandería que salen fuera de la envolvente.

Estructuralmente se trata de un edificio muy sencillo con zapatas aisladas, con forjado de hormigón, un forjado sanitario y una cubierta plana que se detallan a continuación.

Prestaciones del Edificio

Se requiere la instalación de 140 paneles fotovoltaicos y 62 paneles híbridos.

DATOS DE LA RESIDENCIA ACTUAL CERTIFICADA PASSIVHAUS				
DEMANDA CLIMATIZACIÓN				
	Kwh/m2 año	Superficie	Cop	Consumo anual
Calefacción	8.1	4.769	3.68	10.496
Refrigeración	9	4.769	2.78	15.439
ACS				109.784
DEMANDA ENERGÍA				
Luminarias LED	Consumo	horas	simultaneidad	
Electricidad	5 W/m2	2.920	50%	7.300
Miscelánea equipos	10%			14.320
PRODUCCIÓN				
Paneles híbridos térmica				**65.149**
Paneles híbridos eléctrica				**17.511**
Producción fotovoltaica prevista para edificio de consumo casi nulo				**75.000**

Tabla II. Datos actuales certificados.

MEMORIA CONSTRUCTIVA

A la hora de calcular los aislamientos el resultado no resultan ser unos espesores excesivamente grandes debido a que el edificio es muy compacto y su repercusión metro cuadrado superficie por metro cuadrado planta es baja por otro lado. El entorno se trata de un entorno urbano asentado de una zona de residencial del sur-oeste Zaragoza en la que los edificios próximos no presentan un gran sombreamiento sobre el mismo siendo mayor el sombreamiento propio del propio edificio.

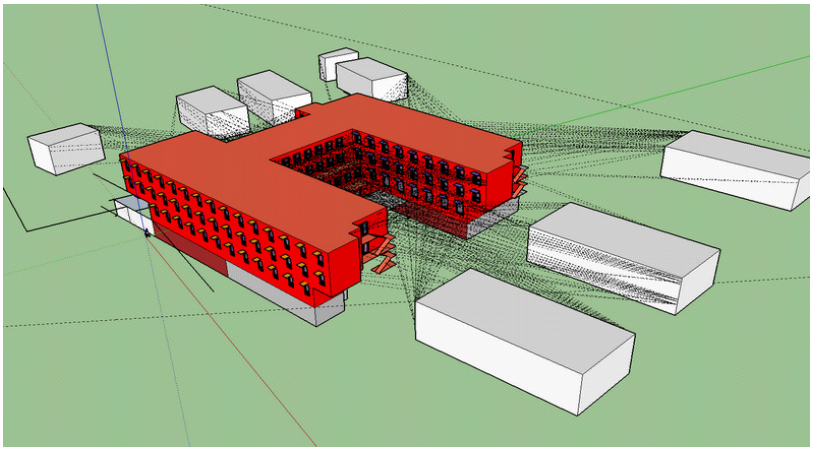


Figura 3. Sombramientos del entorno.

Aislamiento térmico

El aislamiento en la fachada exterior se realiza mediante un sistema tipo Aquapanel de Kanuf con perfilería y aislamiento interior de 10 cm más un aislamiento por el exterior de 10cm (sate), por la cara interior se termina con una doble capa de pladur.

Con respecto al aislamiento en el forjado de suelo exterior se ha realizado con un aislamiento bajo forjado de 8 cm de placas de XPS.

En la cubierta se establece una solución típica de Cubierta plana formada por un forjado un mortero aligerado una lámina impermeabilizante y 16 cm de aislamiento compuesto en dos capas de 8 centímetros de XPS sobre qué se coloca protección de gravas.

La solera debido a que se trata de un clima caluroso en verano y no se produzca es testigo sobrecalentamiento se ha realizado una solera no muy aislada 8 cm sobre la que se coloca una solera de hormigón. Existe una zona que no tiene sótano presente en las dos alas en las que se ubica habitaciones de la residencia. Aquí se ha utilizado un forjado sanitario apoyado 8 cm de aislamiento XPS y esta a su vez sobre el terreno. De esta manera evita, la realización de losa, se evita la complicada ejecución de las zapatas un zuncho aislados por debajo XPS sin embargo se crean pequeños puentes térmicos en los pilares que sean ten en cuenta en la evaluación final del edificio.

Instalaciones

La climatización del centro se realiza con suelo radiante en las habitaciones principales y en la zona baja y en las zonas de reunión se establece una ventilación por conductos de aire mediante una climatizadora general.
La ventilación en las habitaciones de los ocupantes se realiza mediante elementos individuales de recuperadores qué va suministrando a grupos de cuatro o cinco habitaciones en función de que sean dobles o individuales con un recuperador tipo confort Air 550 para las zonas de habitaciones.

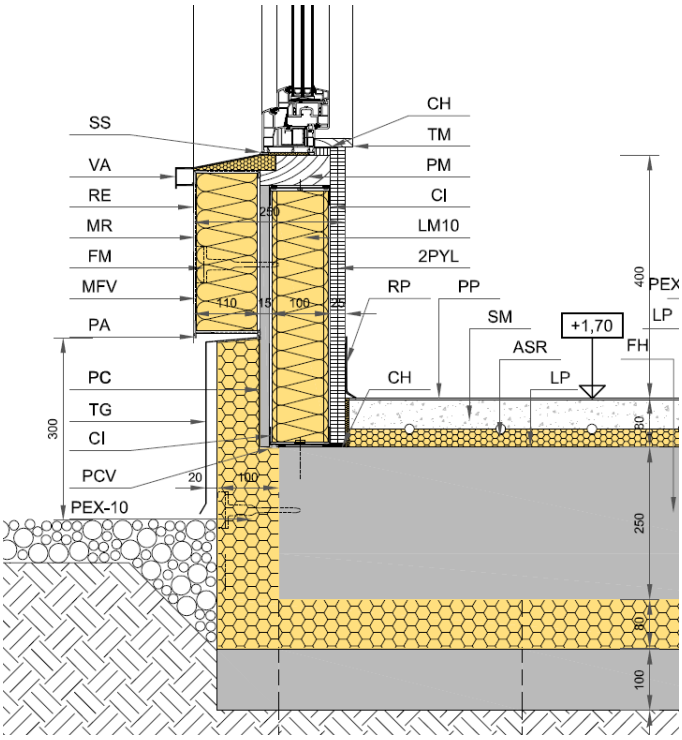


Figura 4. Detalle constructivo.

En las zonas comunes se ha establecido 2 recuperadores tipo Wolf de 6000 m3 que permiten Tratar la ventilación en las zonas comunes mediante un sensor de CO2. Al no ser certificado se ha penalizado a un porcentaje de un 70%.

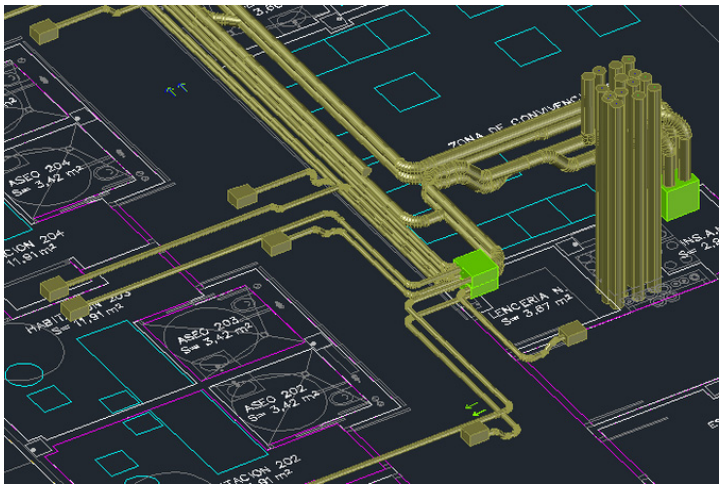


Figura 5. Esquema de conductos.

Carpinterías

Las ventanas se han realizado mediante una carpintería de PVC con una transmitancia de 1 W/M2k y vidrio se ha considerado un vídeo triple con un valor de 0,70 W/M2k de transmitancia y un factor solar de 0,49

La configuración de las ventanas se ha realizado de una forma muy uniforme y sin caja de persiana lo que mejora en gran parte la repercusión del puente térmico de la caja de persiana.

La protección a la fachada sur se realiza con unos los voladizos metálicos en las ventanas de fachada SUR.

Hermeticidad

A la hora de definir la línea estanquidad se ha dividido el edificio en dos zonas, en función de sus usos, definiendo dentro del mismo una zona vividera bajo el estándar Passivhaus y una zona calefactada, pero fuera del uso Passivhaus como es la cocina y lavandería debido a la implicación que tiene el uso de ventilaciones específicos y renovación de aire.

La hermeticidad en cubierta y solera se garantiza con espesores de hormigón de más de 10cm en forjado y solera.

En fachada la hermeticidad se realiza un encintado en la cara interior de la primera placa de pladur con cintas herméticas el anclaje de la última placa se realiza sobre puntos establecidos y con cinta de butilo para poder generar una capa totalmente hermética. En ningún caso se han establecido ningún tipo de instalación en la fachada.

Un problema en la estanqueidad es la ventilación propia de los ascensores por lo que se ha configurado un sistema de extinción automático que en caso de que se produzca un incendio en el hueco del ascensor se abren las válvulas que permiten la ventilación del hueco del ascensor pero que en condiciones normales se mantenga estanco al aire es una solución muy empleada para edificios terciarios certificados Passivhaus.

Energías Renovables in situ o en el entorno

En cumplimiento de la Sección HE4 del Código Técnico de la Edificación, se proyecta una instalación de producción de ACS con apoyo solar.

Para el cálculo del consumo medio diario de A.C.S. se considera que el consumo medio de A.C.S. por ducha es de 41 l/ducha día (tabla 3.1 del documento básico HE sección 4 “contribución solar mínima de agua caliente sanitaria”.

El consumo diario resulta 5.535 litros/día.

Según CTE. 60 % contribución mínima.

Según ordenanza municipal. 70 % contribución mínima.

La contribución solar mínima anual es del 60 % por colectores solares térmicos, por lo tanto se cumple el CTE.

La Ordenanza Municipal de Ecoeficiencia Energética y Utilización de Energías Renovables en los Edificios y sus Instalaciones de la Agencia de Medio Ambiente y Sostenibilidad establece un requisito mínimo de cobertura del 70%, cuyo objetivo es conseguir mayores reducciones de gases de efecto invernadero que lo establecido a nivel nacional. Dicha Ordenanza contempla mediante el expediente n 126.936/2016, que en el caso particular del uso de paneles solares híbridos, que si las emisiones de CO2, evitadas por los paneles híbridos son al menos las conseguidas con la cobertura del 70%, entonces la solución es factible, pudiendo cubrir térmicamente la exigencia del CTE, ya que la producción fotovoltaica equivale al incremento de contribución requerida por la Ordenanza. Por lo tanto, para el cumplimiento de la ordenanza municipal se deben comparar los valores de reducción de emisiones de CO2 del sistema híbrido y del sistema de colectores térmicos y fotovoltaicos. Se desarrolla la comparativa a continuación:

1. Si se utilizan paneles híbridos: Número de paneles ECOMESH para cubrir 60% - 50 paneles – que reducen 26.219 kgCO2
2. Si se utilizan térmicos y fotovoltaicos por separado:
    - HE-4: Paneles térmicos: para cubrir el 70% (por ordenanza) reducen 16.648 kgCO2
    - HE-5: paneles FV que según CTE se requiere una potencia mínima de 10,4 kW, los cuales reducen 5153 kgCO2
    - La suma de Térmicos y Fotovoltaicos reducen 21801 kgCO2

Conclusión: Los paneles híbridos reducen más emisiones de CO2 que por separado y por tanto se cumple con la ordenanza municipal.

Descripción de la instalación final con aumento de paneles híbridos y fotovoltaicos

Además del cumplimiento inicial del Código técnico y de la Ordenanza Municipal, por solicitud del promotor de conseguir un edificio de AUTOCONSUMO O DE CONSUMO CASI NULO, se implementa la instalación inicial de la siguiente forma:

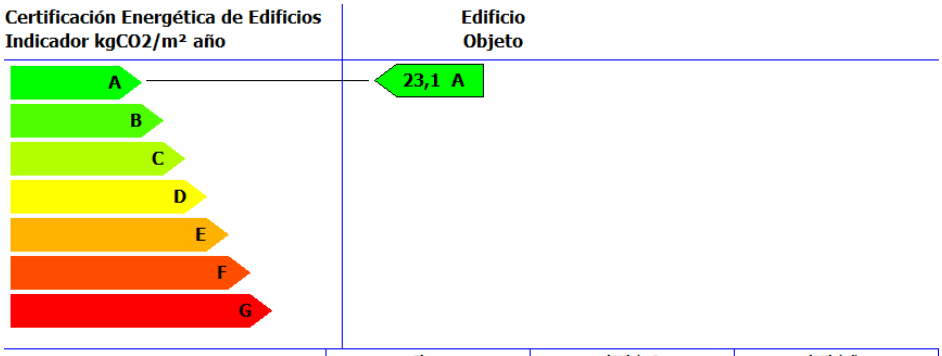
Instalación de paneles solares híbridos y fotovoltaicos para la Residencia de ancianos de la Fundación Ramón Rey Ardid.

Se realiza un dimensionamiento de 66 paneles aH60 (con una inclinación de 45 °, orientación SUR) y 140 paneles fotovoltaicos adicionales, debido a la disponibilidad de espacio en cubierta, con el que se cubre un 74 % de la demanda térmica anual del edificio, además de un aporte eléctrico de 75.208 kWh a partir de la generación fotovoltaica conectado en autoconsumo. Con un ahorro anual en electricidad de unos 9.025 €. El mes con mayor cobertura solar térmica es Julio, mes en el que se cubre el 99 % de la demanda térmica.

El periodo de retorno de la inversión es de 8 años con un ahorro total anual de 14.574 € el primer año, siendo éste superior conforme pasa el tiempo, debido a la subida del precio de los combustibles.

El coste de inversión estimado (llave en mano) es de 160.000 €, incluido el sistema Abora Monitor para la monitorización de la instalación solar de paneles híbridos. Mediante el cual, se podrá consultar a tiempo real la producción y el ahorro que se producen, además de supervisartécnicamente el funcionamiento de la instalación. El flujo de caja acumulado al final de la vida útil de la instalación es de 581.881 €. Este estudio deberá ser validado con una visita técnica a las instalaciones.

CERTIFICACIONES ENERGÉTICAS Y AMBIENTALES



	Clase	kWh/m²	kWh/año
Demanda calefacción	B	12,8	74023,2
Demanda refrigeración	B	10,8	62264,9
	Clase	kWh/m²	kWh/año
Consumo energía primaria climatización	A	93,1	537585,8
Consumo energía primaria ACS	A	0,2	938,1
Consumo energía primaria iluminación	A	34,2	197591,2
Consumo energía primaria totales	A	127,5	736115,0
	Clase	kgCO2/m² año	kgCO2/año
Emisiones CO2 climatización	A	18,3	105644,6
Emisiones CO2 ACS	A	0,0	0,0
Emisiones CO2 iluminación	A	4,8	27710,1
Emisiones CO2 totales	A	23,1	133354,6

Figura 6. Indicador kgCO2/m2 año.

Consumo de climatización anual es 105.644,60 KgC02/año según la simulación realizada en la certificación energética y el 63.76 % de este consumo es renovable.

Por tanto 67.367,57 KgC02/año se consideran renovable.

PATROCINIO PLATINO:

Siber
Ventilación inteligente

PATROCINIO ORO:

KÖMMERLING®
Sistemas de ventanas

danosa
Building together

BAXI
LA NUEVA CLIMATIZACIÓN

S&P

CoHispania
consultoría y valoración

SAINT-GOBAIN

Sika®
BUILDING TRUST

BMI

PATROCINIO PLATA:

Saunier Duval
Siempre a tu lado

Vaillant

aldes

VEKA
Sistemas de Ventanas de PVC
CON V DE VOSOTROS

JUNKERS

BOSCH

PATROCINIO BRONCE:

URSA

LafargeHolcim