



I Congreso EECN Edificios Energía Casi Nula

Madrid, 7-8 Mayo 2012

LIBRO DE COMUNICACIONES

ORGANIZAN:



Y sus Portales:



"Todo sobre Construcción Sostenible"



Portal de Eficiencia y Servicios Energéticos

Junto con:



sd europe
KOLAR · DECATHLON



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

ENTIDADES COLABORADORAS:



COAM



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO



IDAE
Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía



CSCAE



I Congreso EECN Edificios Energía Casi Nula

Madrid, 7-8 Mayo 2012

LIBRO DE COMUNICACIONES

ORGANIZAN:



GRUPOTECMARED

Y sus Portales:



Junto con:



ENTIDADES COLABORADORAS:



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

COMITÉ TÉCNICO

D. Luis Vega Catalán, Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, Ministerio de Fomento

D^a. Pilar Pereda Suquet, Secretario de la Junta de Gobierno del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, COAM

D. Florencio Manteca, Director del Departamento de Arquitectura Bioclimática, CENER

D. Jaume Margarit, Director general de APPA

D. Javier Moreno, Presidente de ATECYR

D. José M^a. Campos, Head of Energy Efficient Built Environment, Construction Unit, Tecnalía Research & Innovation

D. Yago Massó, secretario técnico de ANDIMAT

D. Ismael Martínez, Communications Coordinating Manager SD Europe

D^a. Inés Leal, Directora de CONSTRUIBLE. Grupo Tecma Red

D. Stefan Junestrand, Director de CASADOMO. Grupo Tecma Red

COMITÉ ORGANIZADOR

D. Javier Serra, Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, Ministerio de Fomento

D. Juan Ramón Sánchez, relaciones institucionales de Solar Decathlon Europe,

D. Raúl Calleja, director de la Semana Internacional de la Construcción, IFEMA

D. Santos de Paz, Director del portal ESEFICIENCIA, Grupo Tecma Red.

Edita: Grupo Tecma Red, S. L.

ISBN: 978-84-695-3378-9

Depósito legal: M-17468-2012

PRESENTACIÓN

El 40 % del consumo total de energía en la Unión Europea corresponde a los edificios. Por ello, la reducción del consumo de energía y el uso de energía procedente de fuentes renovables en el sector de la edificación constituyen una parte importante de las medidas necesarias para reducir la dependencia energética de la Unión y las emisiones de gases de efecto invernadero.

En este marco, la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de mayo de 2012 relativa a la Eficiencia Energética en Edificios se convierte en una herramienta para instaurar acciones concretas con el fin de aprovechar el gran potencial de ahorro de energía aún sin realizar en los edificios y reducir las grandes diferencias que existen entre Estados miembros en este sector.

Según la Directiva 2010/31/UE, los estados miembros se asegurarán de que, a más tardar el 31 de diciembre de 2020, todos los edificios nuevos sean **edificios de consumo de energía casi nulo**, y de que después del 31 de diciembre de 2018, los edificios nuevos que estén ocupados y sean propiedad de autoridades públicas sean edificios de consumo de energía casi nulo.

En unos años, todos los edificios de nueva construcción deberán tener un nivel de eficiencia energética muy alto, que se determinará de conformidad con la Directiva y que la cantidad casi nula o muy baja de energía requerida deberá estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida *in situ* o en el entorno. Esto supondrá un cambio de modelo en el sector inmobiliario y de la construcción donde la reducción de la demanda energética y el uso de las energías renovables pasarán a ser los ejes motores principales de cualquier proyecto de edificación, influyendo notablemente en la toma de decisiones económicas, sociales y medioambientales.

Pero no sólo has que hablar de la obra nueva, la Directiva 2010/31/UE también afecta a la rehabilitación de edificios. No podemos olvidar que el parque de edificios existentes es uno de los grandes retos en lo que se refiere a la eficiencia energética y a la vez todos los expertos apuntan a que el sector de la construcción sólo puede volver a ser activado desde la rehabilitación de los edificios. Esto supone que se va a tener que trabajar en la búsqueda de soluciones que pongan en valor lo que ya tenemos.

Dentro de la propia directiva, se apunta también que la Comisión Europea debe establecer un marco metodológico comparativo para calcular los niveles óptimos de rentabilidad de los requisitos mínimos de eficiencia energética. La eficiencia energética debe ser rentable,

carecería de sentido la obligatoriedad de acciones que no sean viables económicamente y más en un momento de crisis como el actual donde las inversiones deben ser justificadas y necesarias.

En este sentido, ya se están creando o adaptando instrumentos financieros y otras medidas de la Unión Europea con objeto de fomentar las medidas relativas a eficiencia energética. Está claro que este tipo de acciones deben estar dotadas de un apoyo económico a nivel europeo, nacional, autonómico y local para iniciar su camino.

Sin duda, existe un gran desconocimiento por parte de los agentes del sector sobre las implicaciones que supondrá en los próximos años conseguir edificios que apenas consuman energía, por ello, desde Grupo Tecma Red organizamos los días 7 y 8 de mayo el I Congreso de Edificios de Energía Casi Nula en el marco de la Semana de la Internacional de la Construcción de Ifema.

El I Congreso de Edificios de Energía Casi Nula (EECN) es un foro de reflexión que abordará las implicaciones que tendrá para el sector de la construcción, la arquitectura y los servicios relacionados, la adopción de la Directiva 2010/31/UE relativa a la Eficiencia Energética de los Edificios. El Congreso aborda aspectos clave y permitirá al asistente conocer el amplio espectro legal, técnico y de gestión que conlleva una edificación de alta eficiencia y la forma de superar el reto de conseguir edificios que apenas consuman energía en un horizonte de menos de diez años.

Como profesionales, creo que deberíamos aceptar el formidable reto que supone alcanzar un objetivo tan ambicioso como el de conseguir que nuestros edificios no consuman energía y poner en valor la gran oportunidad que se abre para nuestro sector. Debemos ponernos en marcha para, entre todos, enfocar nuestro futuro en la única dirección posible y esperamos que el I Congreso de Edificios de Energía Casi Nula sea el punto de partida del camino que aún nos queda por recorrer.

Las comunicaciones de este libro son un buen ejemplo de las soluciones a implantar para alcanzar el reto. Gracias a los autores por su valiosa aportación.

Inés Leal
Arquitecto
Directora del I Congreso de Edificios de Energía Casi Nula
Grupo Tecma Red
ines@grupotecmared.es

ÍNDICE

TÍTULO	AUTOR/ES	EMPRESA/ENTIDAD	PAG.
--------	----------	-----------------	------

**AREA TEMATICA I:
PLANES, POLITICAS, MEDIDAS, FINANCIACION Y
REQUISITOS PARA EECN**

Estudio del estandar Passivhaus en la mejora energética de una vivienda existente	Carlos M. Davó Jiménez	UNIVERSIDAD DE HUELVA - ECOHOLISTICA	1
Claves y retos en la edificación sostenible	Juanjo Catalán Giménez	ADN Analistas de Negocios	7
Análisis del Mercado de los Servicios Energéticos	José Martínez-Fresneda Saborido	ANESE	13
Inversión y financiación de proyectos de EECN con el modelo ESE	Ruperto Unzué Aranda	CROSSCHECK, S.L.	19
Edificios de Energía Cero: Definiciones e interacción con las redes energéticas	Jaume Salom / Eduard Cubí / Igor Sartori	IREC - Institut de Recerca en Energia de Catalunya / SINTEF	25

**AREA TEMATICA II:
ARQUITECTURA Y URBANISMO EN EL DISEÑO DEL
EECN**

Edificios de Ocupación Plena, para la obtención de un óptimo grado de eficiencia y mínimo consumo en ciudades pensadas inteligentemente	Pablo Emilio Branchi / Jorge Bustinza Esparta	ACORDE, ESPACIOS ADAPTABLES, S.L.	31
Nueva sede de instalaciones Fojansa	Juan Beldarrain Santos	ESTUDIO BELDARRAIN	37
La Gestión del Diseño del EECN	Almudena Génova Fuster	BOVIS LEND LEASE	43
De la Antártida a la ciudad sostenible. Estación antártica de investigación Princess Elisabeth.	Carolina Caballero Arce / Adolfo Vigil de Insausti / Javier Benlloch	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA	49

**AREA TEMATICA III:
REHABILITACION Y EECN**

ErECN: Edificios Rehabilitados de consumo de energía casi nulo	Javier Crespo Ruiz de Gauna	PLATAFORMA EDIFICACION PASSIVHAUS	55
Rehabilitación energética: SATE Vs Mortero monocapa	Víctor Moreno Solana	ISOLANA Ahorro Energético, S.L.	61
Rehabilitación de energía casi cero. Estudio teórico de posibilidades para un edificio de viviendas	Fernando Martín-Consuegra / Virginia Sánchez / Enrique Larrumbide / Daniel Jiménez	INSTITUTO EDUARDO TORROJA DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION (CSIC)	67
Hibridación de energías renovables en la rehabilitación de edificios	Ramón Pedro Bayer Úbeda	IES CONSTRUCCION BHI	75

Protocolo de actuación para la rehabilitación de la fachada de un edificio. Caso práctico del Edificio Corporativo FIATC	José M. Labazuy / Jordi Llosa / Alex Peral	GT "Fachadas Inteligentes" / Cluster de Eficiencia Energética de Cataluña	81
Dimensión Territorial y experiencias piloto de rehabilitación energética en la Comunidad Autónoma del País Vasco	Francisco Rodríguez / Olga Macías / Maider Alzola / Ainhoa Pérez de Arrilucea / Ander Romero	TECNALIA RESEARCH & INNOVATION	87
La importancia del hueco en la fachada. Puerto Chico se mueve, rehabilitación energética en edificios de los 60.	Lucía Martí Moreno / Miguel Ángel Pumariega García / Reyes J.M.	Q-21arquitectura-UPM-KÖMERLING	93
Rehabilitación Sostenible. Ahorro de energía a través de la envolvente	Silvia Herranz	URSA Ibérica Aislantes	101

AREA TEMATICA IV:

MATERIALES Y SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARA EECN

Aislamientos de Durabilidad Casi Secular (ADCS) para Edificios de Energía Casi Nula (EECN). El caso de las viviendas de Wadenswil (Suiza, 1990)	Carlos Castro Martín	AIPEX	109
Puesta en valor del techo como elemento de ahorro y generación energética	Ignacio Reviriego Gordejo	GRUPO LLEDO	115
Reciclando el testero energético	Bartolomé Serra Soriano / José María Serra Soriano / Pedro Verdejo	UNIVERSIDAD CEU - CARDENAL HERRERA	121
EECN: Más allá de la Eficiencia Energética. Eficiencia Ambiental y Permacultura aplicada	Iván Fernández Alvarez	ECONSTRUYE: Soluciones Ecológicas para Construcción	127
Energía Casi Nula en el Sector Residencial. Ventilación con Recuperación de Muy Alta Eficiencia	José Ramón Ferrer / Josep Castellà	ZEHNDER GROUP IBERICA INDOOR CLIMATE, S.A.	133
La Maison Saint-Gobain Multi-Confort	Alberto Coloma Campal	GRUPO SAINT-GOBAIN	139
Bienestar y Ahorro Energético con los sistemas de aislamiento térmico de fachadas por el exterior	Prof. Amilcare Collina / Gabriel A. Ortín Rull	MAPEI	145

AREA TEMATICA V:

SISTEMAS Y TECNOLOGIAS EN EL EECN

Los Sistemas de Automatización y Control en el camino hacia los Edificios sin dependencia energética	Julio Díaz García	FUNDACION METAL ASTURIAS	159
Eficiencia Energética en Edificios Nuevos y Rehabilitados	Michael Sartor, A. Moreno, A. Mallol	ASOCIACION KNX ESPAÑA	165

Aportación de la automatización estándar al ahorro de energía en el nuevo edificio del COAM	Antonio Moreno	JUNG ELECTRO IBERICA, S.A.	171
Aplicaciones de la Termografía Infrarroja para evaluación de eficiencia energética en edificación	Ana Belén Galera / Carles Picanyol	AETIR (Asoc. Española Termografía Infrarroja)	177
Contribución del material eléctrico al ahorro energético. Herramienta para la evaluación y mejora de la eficiencia energética eléctrica (e3) de los edificios.	Oscar Querol	AFME	185
Sistemas de Gestión Técnica de Edificio de Alta Eficiencia Energética: GTE A+	David Deceroi	DELTA DORE	191
Redes de DH&C en Barcelona y Zaragoza. Una solución inteligente para un futuro sostenible	David Serrano García	COFELY ESPAÑA, S.A.U.	197
Proyecto LIFE DOMOTIC: Sistemas de control y monitorización domótica de consumos energéticos en edificios	Zaqueo Azcona	ELECINOR	203
Sistema de fachadas Ventilada para reducir la demanda de calefacción	Olatz Irulegi / Antonio Serra / Rufino Hernández	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE SAN SEBASTIAN (UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO)	209
Sistema para renovación de aire en EECN	Pedro Barrio	CLIVET	215
La eficiencia energética y el gas, caminando seguro hacia los EECN	Ignacio Leiva Pozo	SEDIGAS / REPSOL	223
Confort y Energía. Análisis de soluciones integradas "Low-Ex"	David Irusta / Jon Zubiaurre	IDOM. INGENIERIA, ARQUITECTURA Y CONSULTORIA	233
Sistemas eléctricos para el autoconsumo. SMLsystem	Jordi Renau / Luis Domenech / Fernando Sánchez	UNIVERSIDAD CEU - CARDENAL HERRERA Valencia	239
Presentación de resultados del funcionamiento de instalaciones de bomba de calor geotérmica en España	Alejandra González Ruiz / Jordi Oter Roig	GAS NATURAL FENOSA	245

**AREA TEMATICA VI:
INTEGRACION DE ENERGIAS RENOVABLES EN EL
EECN**

Integración arquitectónica de energías renovables: Algo más que economía y estética	Pablo Carbonell Alonso	ECOPROYECTA	251
Instalación solar térmica en un edificio multivivienda existente en Barcelona, ejecutada como ESE	Javier Boguña-Dan Bellver	ENERGIA RENOVABLE SOLSOLAR, S.L.	257

El Centro de Recursos Ambientales de Castilla y León: Autoabastecimiento Energético con un mix de Energías Renovables	Jorge Guerra	FUNDACION PATRIMONIO NATURAL DE CASTILLA Y LEON - PRAE	263
---	--------------	--	-----

**AREA TEMATICA VII:
CALIFICACION MEDIOAMBIENTAL Y ENERGETICA:
HERRAMIENTAS, ESTANDARES Y SELLOS EN LA
EDIFICACION**

Procedimiento simplificado CE3X de certificación de eficiencia energética para edificios existentes	Inés Díaz Regodón	CENTRO NACIONAL DE ENERGIAS RENOVABLES (CENER)	269
Certificación de Edificios: El distintivo perfil de calidad de ahorro de energía y sostenibilidad	Carmen Subirón Rodrigo / Isabel de los Rios	INSTITUTO VALENCIANO DE LA EDIFICACION	275
Poliuretano, aislamiento eficiente y edificios de energía casi nula	José Manuel Fernández / Alvaro Pimentel	IPUR	281
Metodología de ecoinnovación PDCA, aplicada al prototipo de Fachada Vegetal Aljibe Natura. Proyecto SOS Natura - UPM Arquitectura	Raquel Guerra / M.Carolina Hernández-Martínez / Jorge Orondo / Diego Ruíz / M. del Alba v. de la Rosa / Pilar Vidal / Alfonso García-Santos / Francesca Olivieri / César Bedoya.	DPTO. CONTRUCCION Y TECNOLOGIA ARQUITECTONICAS. UPM	287

**AREA TEMATICA VIII:
CASOS PRACTICOS DE EECN**

Proyecto Eco-city. Hacia viviendas de emisiones casi cero	Francisco José Serna Lumbreras	Fundación CENER-CIEMAT	293
Buildsmart: Edificios casi cero con soluciones de mercado	Eneritz Barreiro, José María Campos, Víctor Sánchez, Nagore Tellado	TECNALIA RESEARCH & INNOVATION	299
Orona IDeO - Innovation City	Xabier Barrutieta Basurko	ORONA	307
El Contenedor-Demostrador de Investigación SP3-ARFRISOL, un edificio de energía casi nula	Roberto Bosqued García / M ^º Rosario Heras Celemin / José Antonio Ferrer Tevar	CIEMAT	313
La Generación de un Hito Arquitectónico en tiempos de crisis, bajo los estándares de solución económica viable y de bajo consumo energético. "La nueva sede de la Confederación de Empresarios de Albacete (FEDA)"	Juan Francisco García Sánchez	PREVENTOP CONSULTORIA Y FORMACION, S.L.	321
Nueva sede de ingeniería IDOM-ACXT en Madrid	Antonio Villanueva Peñalver	IDOM-ACXT	327
(e)co, equilibrium through cooperation	Equipo (e)co	UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CATALUÑA	333

Climatización Renovable con Geotermia

Cero inversión con ahorro desde el primer día

Ahorre energía y dinero

Con la Solución de Climatización Renovable con Geotermia, Gas Natural Fenosa le ofrece un servicio de climatización de alta disponibilidad 24 horas, 365 días al año, y de elevada eficiencia con rendimientos de hasta el 600%.

- **Sin inversiones iniciales***.
- **Ahorro energético y económico:** es el sistema de climatización con mayor rendimiento del mercado.
- **Disminuye las emisiones de CO₂.**
- **Renovable:** es una alternativa a la instalación de energía solar térmica.
- **Su funcionamiento no depende de condiciones meteorológicas.**
- **Nulo impacto visual y acústico.** El espacio utilizado por los captadores puede recuperar su uso anterior (aparcamiento, zona de recreo, zona deportiva, zona verde...).
- **Salud:** no produce emisiones de gases tóxicos ni fugas. Además, al no haber torres de refrigeración, se disminuye el riesgo de legionelosis.
- **Mantenimiento:** requiere un mantenimiento sencillo debido a la larga vida útil de los componentes.

La climatización más ecoeficiente

Para más información:
eficienciaenergetica@gasnaturalfenosa.com
902 209 101

*El término fijo mensual a pagar por el cliente incluye los pagos a plazos de las inversiones.



soluciones
suministro
energético

gasNatural
fenosa 

Edificios más eficientes

[con Sistemas KÖMMERLING]

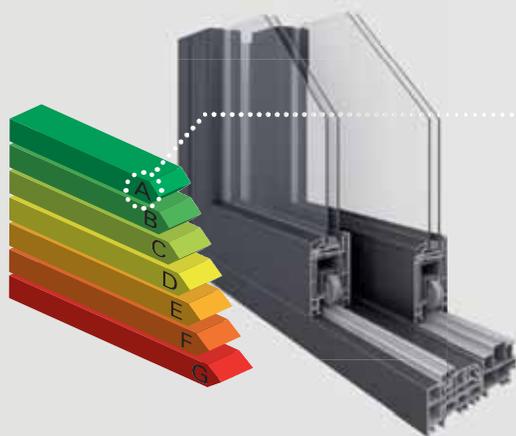


Ekihouse
Proyecto diseñado por
Universidad del País Vasco

Proyectar viviendas energéticamente sostenibles que respeten el medio ambiente, sin renunciar por ello a un diseño moderno y atractivo, es el principal objetivo de los participantes en el Solar Decathlon. Por esta razón, **algunas de las universidades que compiten en la edición de este año han apostado por los Sistemas de Ventanas KÖMMERLING como el elemento clave para conseguir la máxima eficiencia energética.**

Corredera elevadora PremiDoor
Longitud: 12 metros
Color: Foliado Gris Antracita
Espesor del vidrio: 39 mm
Coeficiente de transmitancia
de la ventana: 1,2 W/m²K

¿Por qué han elegido carpinterías KÖMMERLING?



Porque el PVC es el material que **menos energía consume** en su ciclo de vida

Porque es el más aislante y por ello **el que más energía ahorra**

Porque los perfiles de KÖMMERLING son **100% reciclables**

Porque en su formulación **no se emplean metales pesados** como el plomo

Porque con ellos **se reducen notablemente las emisiones de CO₂** a la atmósfera

Porque están avalados por el **Certificado de Gestión Ambiental de AENOR**



KÖMMERLING®
Sistemas de ventanas

Thermedia

Hay una forma más simple de protegerse frente a los puentes térmicos...



Thermedia™, el hormigón de Lafarge para la envolvente térmica.

Thermedia 0.6, un hormigón innovador que reduce los puentes térmicos entre las fachadas y los forjados hasta en un 40% en comparación a un hormigón estándar en sistemas constructivos con aislamiento térmico interior.

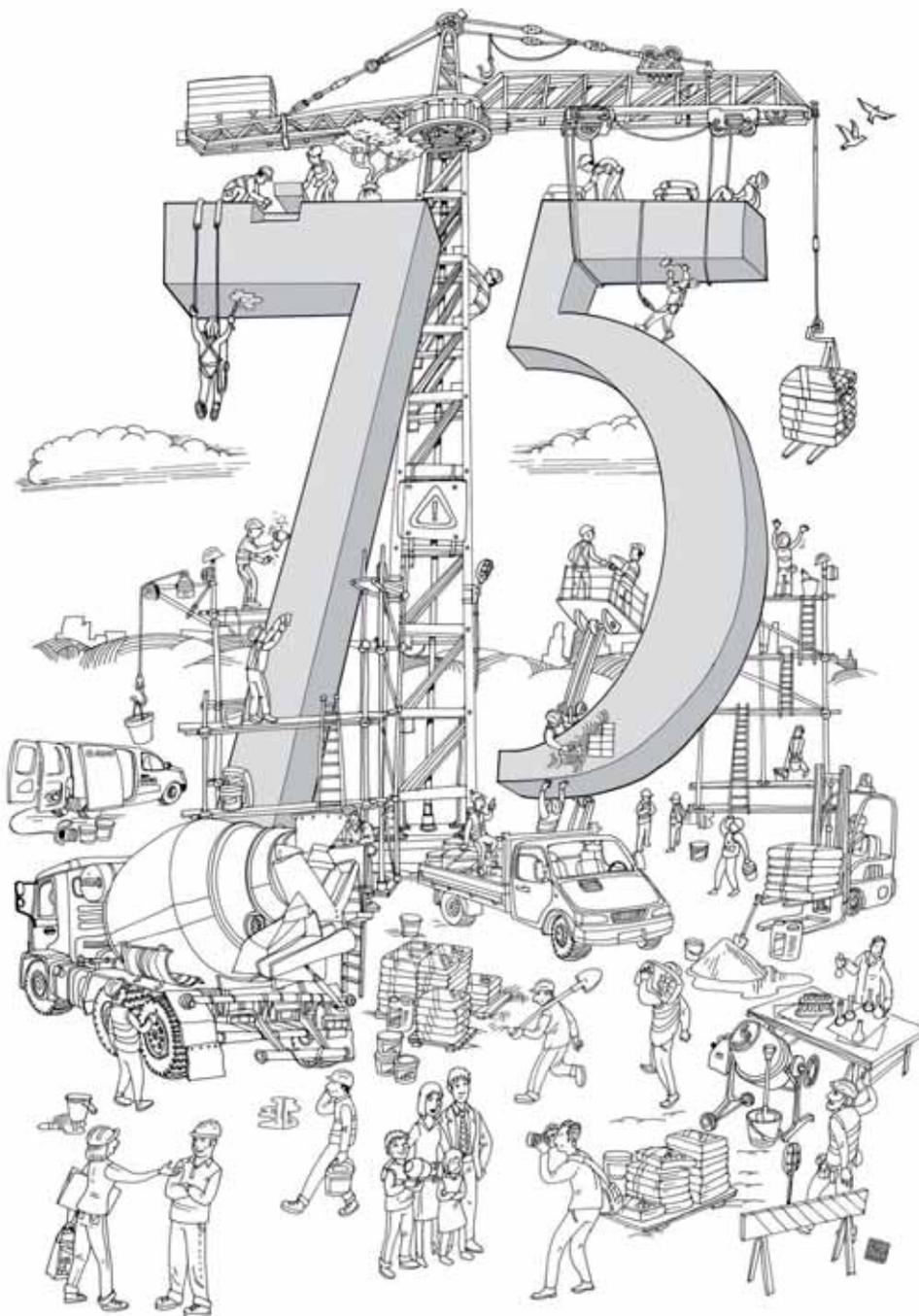
Diseñado especialmente para fachadas de hormigón gracias a sus cualidades aislantes y estructurales, Thermedia 0.6 combina resistencia y ligereza, que junto con durabilidad y aislamiento acústico, lo convierten en la solución ideal para cualquier edificio.

Thermedia, soluciones en hormigón para el aislamiento térmico.

Visite www.lafarge.com o contacte con nuestro Departamento de Nuevos Productos.



damos vida a los materiales™



75 años contribuyendo en la construcción de pequeños y grandes sueños.



Durante 75 años, Mapei ha destacado por sus productos químicos de calidad para la industria de la construcción, productos para un mejor trabajo tanto en obras grandes como en obras pequeñas. Su compromiso se hace realidad con 60 plantas de producción en los 5 continentes, 18 centros de investigación y desarrollo con más de 900 investigadores, una gama de más de 1.400 productos y más de 200 productos nuevos cada año. Estas son las cifras que componen el Grupo Mapei, líder internacional de productos químicos para la industria de la construcción. **Descubra el mundo de Mapei: www.mapei.es**



visítenos:

Construtec 2012
Feria de Madrid
Pabellón 5
Stand 5F03



demasiado tarde...



...si no quieres lamentarte, confia en los Sistemas de Suelo Radiante-Refrescante de ORKLI.



¿Por qué Orkli es una opción segura?

Somos fabricantes Seriedad
y fiabilidad Servicio integral
Realizamos el proyecto
Supervisamos en obra
Formación a instaladores
15 años de garantía



Sistemas certificados



www.sdeurope.org



SOLAR DECATHLON EUROPE

SOLAR POWERED INNOVATIONS
SOLAR POWERED INSPIRATION

MADRID

14 - 30 DE SEPTIEMBRE 2012
ENTRADA GRATUITA

ORGANIZERS



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO



POLITÉCNICA



MADRID!



GOBIERNO
DE ESPAÑA



MINISTERIO
DE ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD



IDAIE

GOVERNMENT OF MADRID
SOLAR DECATHLON

U.S. DEPARTMENT OF
ENERGY

supported by
ENERGIA INTELLENTE
EUROPA

SPONSOR



Schneider
Electric

COLLABORATORS



Aena



ineco



MEDIA
PARTNERS



No te pierdas el próximo Congreso...



I CONGRESO
SMART GRIDS
Madrid, 22-23 Octubre 2012

El Congreso abordará temas relacionadas con las Smart Grids:

- *Planes, Legislación y Políticas de Redes Inteligentes*
- *Estándares y Cualificación*
- *Modelos de Negocio y Financiación*
- *La Gestión Inteligente de la Red (TICs)*
- *Energías Renovables y Autoconsumo Distribuido*
- *Soluciones de Almacenamiento*
- *Smart Metering*
- *Smart Buildings*
- *Vehículo Eléctrico en el Smart Grid*
- *Experiencias, Proyectos y Casos Prácticos de Smart Grids*

Más información:
www.congreso-smartgrids.es
eventos@grupotecomared.es
Tel: 91 431 21 06

ORGANIZAN:



GRUPOTECMARED



Asociación de Fabricantes de Material Eléctrico

y sus portales:

ESEficiencia.es
Portal de Eficiencia y Servicios Energéticos

CASADOMO.com
El Portal del Edificio y Hogar Digital

ENTIDAD COLABORADORA:



MATELEC
Salón Internacional de Soluciones para la
Industria Eléctrica y Electrónica

www.congreso-smartgrids.es



GRUPOTECMARED

Grupo Tecma Red es una empresa de Medios de Comunicación y Eventos especializados en Energía, Sostenibilidad y Nuevas tecnologías en la Edificación y la Ciudad.



Grupo Tecma Red ha creado y gestiona actualmente los portales:

- CONSTRUIBLE - El Portal de la Construcción Sostenible: www.construible.es
- ESEficiencia - El Portal de Eficiencia y Servicios Energéticos: www.eseficiencia.es
- CASADOMO - El Portal del Edificio y Hogar Digital: www.casadomo.com
- ECOMOVE - El Portal del Vehículo y Movilidad Sostenible: www.ecomove.es



Grupo Tecma Red dispone también de una división que organiza eventos profesionales: Congresos, Jornadas, Mesas de Expertos, etc.

Suscríbete Gratis a la mejor y más actualizada información de tu sector en:

 **CONSTRUIBLE.es**
"Todo sobre Construcción Sostenible"

ESEficiencia.es
Portal de Eficiencia y Servicios Energéticos

 **ecomove.es**
El Portal del Vehículo y la Movilidad Sostenible

CASADOMO.com
El Portal del Edificio y Hogar Digital

Grupo Tecma Red S.L.
Email: info@grupotecmared.es
Web: www.grupotecmared.es
Tel: 914 31 21 06

Estudio del Estándar Passivhaus en la mejora de una vivienda existente

C. M. Davó Jiménez¹, Dr. J. G. Labajo² (Tutor) y A. Peláez³ (Tutor).
Universidad de Huelva ECOHOLÍSTICA.

Resumen: El parque inmobiliario supone algo más del 40% del consumo energético del país. En un país con fuerte dependencia energética del exterior, como es el caso de España, cualquier ahorro en este ámbito supone un gran avance y un campo de fuerte impacto en el conjunto energético estatal: optimizando los recursos se optimiza el crecimiento.

En la actualidad, un gran número de medidas van encaminadas a la mejora en la eficiencia energética de las construcciones, ya sean medidas activas o pasivas. Las diferentes iniciativas por parte de los países para llevar a cabo las mejoras energéticas aún no están del todo definidas. De las muchas que está apareciendo el estándar Passivhaus es una de ellas: con criterios objetivos y basada en medidas pasivas.

Analizaremos la viabilidad económica de la elección del estándar Passivhaus sobre la solución tradicional en una vivienda unifamiliar en la ciudad de Granada.

Área temática: Planes, Políticas, Medidas, Financiación para EECN.

Palabras Clave: Rentabilidad, Construcción, Ahorro, Energía, Passivhaus.

INTRODUCCIÓN Y DEFINICIÓN DEL ESTANDAR PASSIVHAUS.

Históricamente la construcción y más concretamente la vivienda, han venido a resolver los problemas de habitabilidad del hombre. Desde los primeros pasos hacia el sedentarismo donde por medio de cuevas y cabañas se defendía de las inclemencias climáticas, pasando por la modernización de la vivienda en la revolución industrial. Hoy día la construcción debe volver a dar respuesta a las cuestiones de la sociedad del siglo XXI, donde desarrollo sostenible, ahorro energético, confort y calidad de las condiciones de salud interiores se hacen presentes. Es aquí donde nace el concepto de Estándar Passivhaus.

Características Principales del Estandar Passivhaus:

- Sistema de aislamiento térmico exterior.
- Eliminación de Puentes Térmicos.
- Hermeticidad: Alto grado de estanqueidad al aire.
- Carpinterías con alto nivel de aislamiento.
- Protecciones Solares.
- Diseño que favorezca la ventilación natural. (en verano)
- Sistema de ventilación con recuperador de calor de alta eficiencia.

El estándar Passivhaus, objetiviza y concreta todas las características anteriores, con unos valores medibles y revisables tanto en el proyecto como en la ejecución, que permitan obtener el certificado de cumplimiento con el estándar Passivhaus y que deben ser justificado:

Tabla I. Cuadro Resumen Condiciones Técnicas del estándar Passivhaus. Fuente: Elaboración Propia.

Hermeticidad	$N_{50} \leq 0.6 \text{ h}^{-1}$
Eficiencia del Intercambiador	$HR \geq 75\%$
Tasa de ventilación	Según normativa de cada país. (Min. $30\text{m}^3/\text{Pers}/\text{h}$)
Demanda de Calefacción + Climatización	$\leq 15 \text{ kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{año})$
Demanda de Energía Primaria	$\leq 120 \text{ kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{año})$

OBJETO DE ESTUDIO.

El objeto de estudio es una vivienda adosada, construida en el año 2000 en Granada, anterior a la entrada en vigor del CTE consta de unos 180 m^2 de superficie útil, divididos en tres plantas (Semisótano, Planta Baja y Planta Primera). El motivo de escoger esta tipología constructiva es la gran cantidad de construcciones similares que han sido construidas en los años de auge inmobiliario en todos los puntos de España, con un coste de mantenimiento alto y en las que no se he tenido en cuenta ni el lugar, ni la orientación ni la localización climática. En la mayor parte de los casos se ha repetido un modelo a lo largo del territorio, generando una “ciudad” (similar al modelo americano conocido como “suburb”) en crisis en la actualidad por sus elevados costes energéticos.

SOBRECOSTE DEL ESTÁNDAR PASSIVHAUS.

Coste de Oportunidad: Tomaremos el supuesto de que la vivienda se va a construir de nueva planta, de este modo, únicamente estudiaremos el aumento de los costes que supone la decisión de hacer nuestra vivienda descrita anteriormente como Passivhaus. Para ello nos vamos a apoyar en el estudio económico realizado por el proyecto Passive On, que aporta el incremento de los costes estimados en hacer un vivienda Passivhaus en lugar de una vivienda tradicional.

Tabla II. Sobrecostes del estándar PH en distintos países europeos. Fuente: Passivhaus estándar in europe warm climates.

	Estándar House €/m ²	Passivhaus €/m ²	Extra Costs €/m ²	Extra Costs (%)
France	1.100	1.203	103	9
Germany	1.400	1.494	94	6,71
Italy	1.200	1.260	60	5
Spain (Granada)	720	744,1	24,1	3,35
Spain (Seville)	720	740,5	20,5	2,85
United Kingdom (€)	1.317	1.390	73	5,54
United Kingdom (£)	881	930	49	5,54

Como podemos ver, el incremento de los costes variará en función del lugar donde nos encontramos y de los “mínimos” climáticos exigidos en cada país. En el caso de España y más concretamente en Granada, estamos hablando de un incremento de coste del 3.35%, unos 24.10 €/m^2 . Para el caso del estudio concreto de nuestra vivienda que dispone de 180 m^2 , y tomando un precio medio de referencia, según la Sociedad de Tasación (año 2011), para las capitales de provincia de 2.419 €/m^2 , supondría un coste total de la vivienda de 435.420 € . El incremento que nos habría supuesto hacerla Passivhaus habría sido aproximadamente de 14.500 € más. Los sobrecostes se destinaría a la obtención de las condiciones mínimas para el cumplimiento del Estandar Passivhaus (mejora en los aislamientos, mejora de las carpinterías, logro de una mayor hermeticidad, protectores solares y sistema de ventilación con recuperador de calor).

ESTUDIO DE CONSUMOS.

Para el estudio de la mejora energética con el estándar Passivhaus, analizaremos en primer lugar los consumos reales de la vivienda y posteriormente hacer una estimación con la simulación con PHPP (programa específico de modelado Passivhaus) de la vivienda si estuviera construida bajo el estándar Passivhaus. A priori, siempre sabremos que el consumo de la vivienda para que pueda ser certificada deberá cumplir con el estándar y tener un consumo igual o menor al descrito en la tabla I. Para el análisis del consumo real de la vivienda, se han tomado las facturas tanto de electricidad como de gas de todo un año (año 2009) y de su estudio se han deducido tanto el consumo en sí, como el importe final a pagar reflejado en la factura eléctrica. En la tabla adjunta podemos observar el resumen de consumos e importes pagados a lo largo de una año tipo (en los anexos de puede analizar mes a mes). Para la estimación del coste de mantenimiento energético de la misma vivienda bajo el estándar constructivo Passivhaus, se han modelizado los consumos con el programa PHPP (ver anexos), estableciendo la siguiente tabla de consumos para la misma vivienda con estándar PH.

Tabla III. Consumo Energético Real de la Vivienda y consumo estimado tras la rehabilitación PH
Fuente: Elaboración propia.

CONSUMO REAL	GAS	Consumo (kWh)	22.061
		COSTE TOTAL FACTURA (€)	1.101,33 €
	ELECTRICIDAD	Consumo (kWh)	7.799
		COSTE TOTAL FACTURA (€)	1.294,64 €
CONSUMO ESTIMADO COMO PASSIVHAUS	GAS	Consumo (kWh)	293
		COSTE TOTAL FACTURA (€)	13,31 €
	ELECTRICIDAD	Consumo (kWh)	5.033
		COSTE TOTAL FACTURA (€)	829,75 €

Una vez conocidos los importes energético tanto del sistema tradicional (consumos reales) como del estándar PH (modelado mediante PHPP) podemos analizar pormenorizadamente éstos y compara los costes anuales, suponiendo un incremento anual del precio de la energía de en torno a un 5% (moderado a mi juicio, si tenemos en cuenta el último informe de la CNE). La siguiente tabla representa los costes año a año y los costes acumulados (costes de construcción mas los costes energéticos de cada año) para los primeros 10 años de vida del edificio.

Tabla IV. Coste acumulado de la vivienda. Coste de Construcción más el de mantenimiento energético.
Fuente: Elaboración propia.

COSTE DE LA VIVIENDA	Coste año 0 = Construcción	Coste año 01	Coste año 02	Coste año 03	Coste año 04	Coste año 05	Coste año 06	Coste año 07	Coste año 08	Coste año 09	Coste año 10	
TRADICIONAL	Coste	- €	2.395,97 €	2.515,76 €	2.641,55 €	2.773,63 €	2.912,31 €	3.057,93 €	3.210,82 €	3.371,37 €	3.539,93 €	3.716,936 €
	Energía	- €	2.395,97 €	2.515,76 €	2.641,55 €	2.773,63 €	2.912,31 €	3.057,93 €	3.210,82 €	3.371,37 €	3.539,93 €	3.716,936 €
	Coste	- €	437.815,97 €	440.331,73 €	442.973,29 €	445.746,93 €	448.659,24 €	451.717,17 €	454.928,00 €	458.299,37 €	461.839,31 €	465.556,25 €
	Acumulado	435.420,00 €	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
Passivhaus	Coste	- €	.843,06 €	885,22 €	929,48 €	975,95 €	1.024,75 €	1.075,99 €	1.129,79 €	1.186,28 €	1.245,59 €	1.307,87 €
	Energía	- €	.843,06 €	885,22 €	929,48 €	975,95 €	1.024,75 €	1.075,99 €	1.129,79 €	1.186,28 €	1.245,59 €	1.307,87 €
	Coste	- €	450.848,63 €	451.734,86 €	452.664,34 €	453.640,30 €	454.665,05 €	455.741,04 €	456.870,83 €	458.057,12 €	459.302,71 €	460.610,59 €
	Acumulado	450.006,57 €	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€

El coste en el año 0, serán los costes de construcción, mientras que en año 1 le añadiremos los costes del consumo energético para ese año y así sucesivamente. De la misma tabla, podemos deducir como a partir del año 8, los costes acumulados (costes de construcción más costes energéticos) de la vivienda construida con el estándar Passivhaus son ya más bajos que la construida con el estándar tradicional.

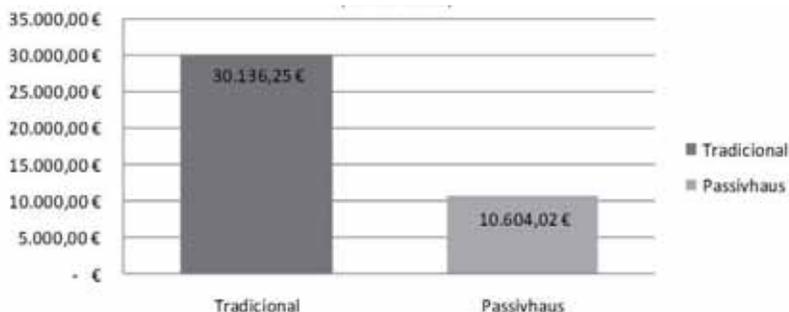


Figura 1. Gasto Energético Acumulado en 10 años. Fuente: Elaboración propia.

La figura 1 representa el coste energético en esos 10 primeros años de la vivienda tradicional y la vivienda passivhaus. La vivienda construida de manera tradicional tiene un coste energético mucho mayor y casi triplica el consumo de la misma construcción bajo el estándar PH. Este coste energético es el que hace que a medio plazo el coste de la vivienda construida con el estándar PH sea menor.

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS MEDIDAS.

El coste energético del edificio es una variable importante, pero tanto o más importante es la dependencia energética en que deriva. Como podemos analizar en la figura II, podemos observamos los costes energéticos de la vivienda construida con el estándar tradicional (en azul) y la construida bajo el estándar PH (en verde). Su alejamiento del eje de ordenadas (distancia al eje horizontal) marca la dependencia y fragilidad a las variaciones del coste de la energía. Cualquier aumento en el precio de la energía afectará de manera proporcional y en una mayor medida a la vivienda construida con sistemas tradicionales (línea azul) que a la construida con el estándar PH (línea verde) donde el coste energético es prácticamente un coste fijo, muy importante para la economía familiar y sobre todo la de una empresa.

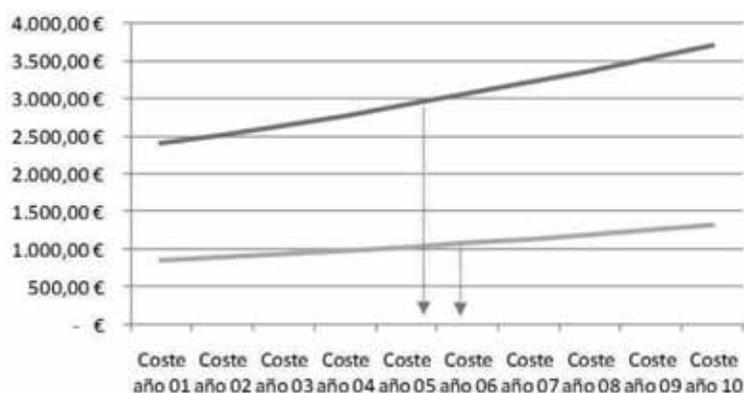


Figura 2. Coste del mantenimiento energético anual. Aumento del IPC=5%. Fuente: Elaboración Propia.

Por otro lado y añadiendo el coste inicial (gráfico siguiente) de construcción podemos analizar gráficamente como la tendencia de la vivienda construida con un estándar tradicional (línea azul) tiende a ir aumentando sus costes con el aumento del coste de la energía mientras la construida con el estándar PH (línea verde) se mantiene más constante, con un aumento prácticamente despreciable y por una pendiente inferior en la curva.

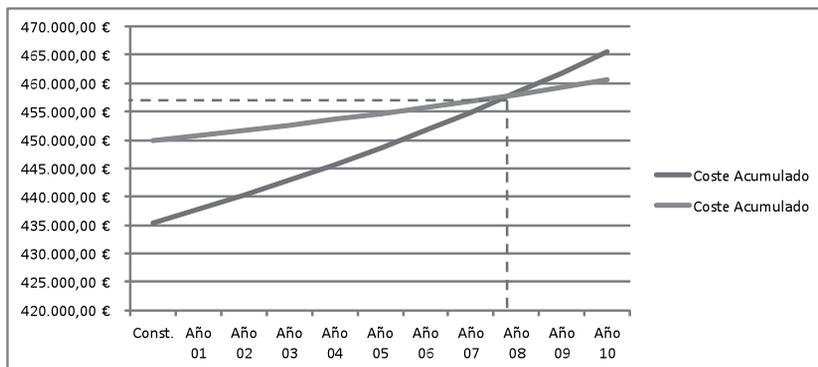


Figura 3. Coste Acumulado en construcción más mantenimiento energético a 10 años. Fuente: Elaboración Propia.

EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS.

Como conclusiones del estudio realizado, podemos afirmar de una manera genérica tanto la viabilidad técnica para la instalación del estándar Passivhaus en España como la viabilidad económica desde el punto de vista del usuario. De un modo más detallado, conviene analizar las conclusiones desde diferentes ópticas.

- A. Viabilidad Técnica. La viabilidad técnica de la construcción del estándar en España es un hecho objetivo al haber ya dos viviendas construidas y certificadas y varias construcciones en proceso de certificación. A pesar de ello, debemos destacar la dificultad en el proceso constructivo, ya que se necesita personal cualificado y formado en la materia.
- B. Viabilidad Económica. La viabilidad económica, entendida como una inversión energética, la hace posible, aun más si tenemos en cuenta otros valores existentes y que no han intervenido en el análisis como es el coste de mantenimiento de las instalaciones, ya que edificios de una antigüedad superior a los 10 años, empiezan a ser unos costes considerables.

Tabla V. Costes por metro cuadrado acumulado. Fuente: Elaboración Propia.

	Costes Construcción	C. Construcción + C. Energéticos 10 años	C. Construcción + C. Energéticos 10 años
Vivienda Tradicional	2.419,00 €	2.586,42 €	3.054,29 €
Vivienda Passivhaus	2.500,03 €	2.558,95 €	2.723,58 €

Analizando exclusivamente el coste de construcción (Tabla V), la vivienda que se ejecuta bajo el estándar Passivhaus tiene un precio superior. En cambio, cuando tenemos en cuenta la vida útil de la vivienda incluyendo los costes energéticos podemos observar como el precio del metro cuadrado es ya mucho más competitivo a 10 años y casi triplica el ahorro que se produce inicialmente cuando el análisis hasta los 25 años.

En España, la mayoría de las ocasiones el promotor del inmueble no coincide con el usuario final de la vivienda. Por tanto para el promotor en términos de “producto terminado” supone un sobre coste de construcción que el mercado aun no reclama y no es una diferenciación. En cambio, cuando el promotor y usuario final coinciden, los datos de inversión y rentabilidad hacen muy atractiva la construcción bajo las directrices del estándar Passivhaus.

C. Desarrollo Sostenible. Bajo la óptica del desarrollo sostenible es una decisión viable en todo su conjunto: por la reducción del consumo de combustible para su mantenimiento y reducir las emisiones de GEI, por reducir la dependencia energética del país y del usuario final del edificio y por el carácter social del estándar, permitiendo a las clases más deprimidas mantener unos estándares de confort y unas condiciones de habitabilidad mejores, a unos costes razonables.

En conclusión y una vez analizados los distintos niveles, el estándar Passivhaus cuenta con grandes posibilidades de desarrollo en nuestro país, principalmente respaldadas por la viabilidad económica en un análisis de la vida útil de la vivienda. Además, si finalmente se confirman las iniciativas políticas y normativas harán de su acercamiento una obligación por parte de todos los técnicos y empresas relacionadas con el sector.

AGRADECIMIENTOS

A Marta y a mi familia, vuestro aliento y ayuda son esenciales.

A Germán, amigo y compañero, una parte de este trabajo te pertenece.

A Antonio y Luis, por apostar y confiar en mi.

BIBLIOGRAFÍA.

BOERMANS,T.(2008).:“U-values for better energy performance of buildings“. ECOFYS for EURIMA.

CENER. (2005).: “CTE PLUS: potencial de ahorro energético 2005-2012“. Rockwool.

CUADRADO ROURA, J.R. (2009).: “El Sector Construcción en España: Análisis, Perspectivas y Propuestas“. Colegio Libre de Eméritos.

ECOFYS, (2010).: “Análisis de la viabilidad económica de la edificación energéticamente eficiente“. Fundación Entorno.

EICKER, U. (2009).: “Low Energy Cooling for sustainable Building“. Stuttgart University of Applied Sciences, Germany.

JIMÉNEZ HERRERO, L. M. (2011).: “Observatorio de la Sostenibilidad en España 2010“. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

NUCETE ÁLVAREZ, E. (2010).: “Potencial de ahorro energético y de reducción de emisiones de CO2 del parque residencial existente en España en 2020“. WWF España.

PINDAR, A. (2007).: “Marketable Passive Homes for Winter and Summer Comfort (PASSIVE-ON)“. Dipartimento di Energetica, Politecnico di Milano, Italy.

RYBKOWSKA, A.(2011).:“Housing Conditions in Europe in 2009“. Eurostat.Estistics in focus.

UNEP DTIE(2007):“Buildings & Climate Change. Status, Challenges and Opportunities“. Europe Aid.

Claves y Retos en la Edificación Sostenible

Juanjo Catalán Giménez. Socio Director. ADN Analistas de Negocios

Resumen: Las pruebas científicas y económicas son claras. De no actuar de inmediato sobre las emisiones de CO₂ el cambio climático arriesga con consecuencias inexorables. Tomar medidas adecuadas y crear una economía baja en carbono es la única solución.

La edificación puede y debe contribuir notablemente a corregir la actual situación, la tecnología actual permite que un edificio en lugar de ser un importante foco de consumo energético se convierta en un generador de energía algo a plantear desde el proyecto constructivo para continuar a lo largo de toda su vida útil.

La edificación como motor económico de la economía española solo es recuperable atendiendo a un nuevo paradigma sostenible y funcional, siendo capaz con su reconversión de volver a generar las principales bolsas de empleo del país.

Debemos marcar los retos en nuestra propia hoja de ruta. El edificio como vector de la transición energética, creación de comunidades verdes, irrupción de nuevos elementos funcionales y sostenibles como el vehículo eléctrico. Un nuevo paradigma que trasciende tanto en la nueva construcción como en la rehabilitación desde una perspectiva muy abierta y dinámica, actuando como palancas nuevas actividades y servicios energéticos como la consultoría energética y medioambiental entre otros.

Área temática: Planes, Políticas, Medidas, Financiación y Requisitos para EECN

Palabras clave: Comunidad Verde, (VSCC) Vivienda Sostenible Costumizada y Certificada, Consultoría Energética y medioambiental.

INTRODUCCION

En la actualidad los edificios son responsables de un alto porcentaje de las emisiones de CO₂. Muchas de las estrategias viables no implican la utilización de la tecnología punta, sino del sentido común.

Los edificios verdes, nuevos o ya existentes, suponen una fuerza mayor en la consecución de la sostenibilidad y mejora del cambio climático. Intentemos conseguir comunidades que no perjudiquen al medio ambiente y que sean eficientes en materia de energía, tanto en la demanda como en la oferta. Trabajemos con propietarios, proyectistas y equipos de construcción, con el sector público y con los instaladores e integradores para que entre todos ser capaces de proporcionar soluciones innovadoras para que el resultado de las inversiones sea interesante tanto en el plano económico como el medioambiental. Creemos la Comunidad Verde.

OBJETIVOS

El primer objetivo es poner en relieve una serie de líneas que contribuyan a lograr las metas y compromisos de España en el año 2020 en materia de edificación desde una perspectiva macro y micropolítica y el segundo exponer un ejemplo de actividad emergente entre las muchas a surgir a partir de la reinención de la edificación en el siglo XXI.

En clave macropolítica:

Hacer un llamamiento a la acción instando a los gobiernos a llevar a cabo un abanico de acciones afín de reconocer su responsabilidad frente al cambio climático, así como sus respectivas capacidades para responder al reto entre ellas:

1. Apelar a colaboración internacional en el foro de la ONU.
2. Establecer mecanismos de mercado eficaces, con planes nacionales compatibles, transparentes y posibles.
3. Financiación de la transición para el desarrollo de proyectos encaminados a producir bajas emisiones de carbono.
4. Incentivar la innovación y no solamente referida a nuevas tecnologías si no también a habilidades y procesos desde una inversión inteligente del sector público y privado, junto con una política correcta.
5. Fomento de la eficiencia tanto de la energía como de los recursos naturales, aspectos que deben ser prioritarios.
6. Conservación urgente de los bosques, aplicando medidas de invertir la tendencia y el aumento de la superficie cultivable para una economía sostenible.
7. Integración de la adaptación y reducción de riesgos ambientales en aquellos países y economías que no practiquen políticas para reducirlos.

Una parte del sector empresarial ha mostrado su deseo de colaborar con los gobiernos para desarrollar soluciones a los retos del cambio climático. En los gobiernos permanece la responsabilidad de crear marcos fuertes y estables a nivel internacional, nacional y local.

En clave micropolítica:

Crear iniciativas privadas a través de innovación y emprendeduría que ofrezcan equilibrio, viabilidad y sostenibilidad principalmente en las áreas urbanas. Las empresas no pueden establecer políticas pero sí pueden con buenas prácticas condicionar y empujar al Estado a una legislación más favorable.

1. Impulso definitivo a las Energías Renovables, clarificando su viabilidad económica con argumentos contundentes ya que son una de las pocas industrias punteras en todo el mundo. El “Made in Spain” en EERR es ya una marca reconocida a nivel internacional.
2. Hacer realidad las expectativas puestas en el autoconsumo y la generación distribuida. Hay que aprovechar la excelente oportunidad de democratizar y popularizar la producción y el consumo energético y convertir al consumidor pasivo en generador activo de un sistema descentralizado, inteligente y eficiente.

3. Implementar con rapidez un sistema energético inteligente. Las Smart Grids posibilitan la integración del edificio en una red conectada a nivel local y urbano donde congreguen residentes y actividades económicas.
4. Creación de nuevos conceptos de edificio, energéticamente autónomos y sostenibles sin dejar de tener en cuenta las distintas funcionalidades y tipologías de usuarios siendo a la vez totalmente flexibles y adaptables.

Los Retos en la edificación:

1. El edificio como vector de la transición energética, a modo de plataforma tecnológica que impulse la reconversión de una industria de fuerte tradición e implantación en España generadora de empleo.
2. Creación de comunidades verdes. Los españoles pasan más del 80% de su vida en edificios, trabajando o residiendo en él. Es necesario transmitir nuevos valores y sensibilizar en un consumo más racional. Muchas de las estrategias viables no implican la utilización de tecnología punta, sino simplemente del sentido común.
3. La irrupción de nuevos elementos en el edificio como son la integración de la energía eólica y el desarrollo de nuevos sistemas de almacenamiento de la energía, el vehículo eléctrico.
4. Transformar la vivienda en un nuevo paradigma. Un sector tan maduro y saturado como es el inmobiliario lo que en los nuevos conceptos de marketing definiríamos como “Océano Rojo” se debe convertir en “Océano Azul”. Nuevos conceptos, no una moda sino una tendencia que despierte el deseo de todo ciudadano a disfrutar de una nueva forma de vivir en casa. Nace la vivienda (VSCC) sostenible customizada y certificada que parte de la filosofía que si no todo el mundo vive de la misma clase de vida fuera de casa porque lo va hacer dentro.
5. Hacer de la edificación el principal vector contribuyente a la generación de empleo verde en los próximos años en España en coherencia con las estrategias económicas de empleo que apuestan por una implementación de medidas en los proyectos de formación y la intervención de cada vez más expertos, empresas y profesionales vinculados a todos los sectores implicados en la sostenibilidad.

Consultoría Energética y Medioambiental

Una actividad emergente que es un ejemplo más de la capacidad que tiene la edificación para agregar innovación y valor añadido y empleo a su transformación.

En los últimos años ha habido un aumento importante de la demanda de soluciones energéticas alternativas a las tradicionales, consecuencia de diversos factores:

- Está consolidándose una nueva conciencia de la necesidad de preservar el medio ambiente.
- La aprobación del CTE y Certificación Energética
- Los edificios además de ser sostenibles y eficientes deben poder demostrarlo.

La Edificación Sostenible es aquella que consigue satisfacer las necesidades de sus usuarios en cuanto a confort con el menos uso de recursos posible (suelo, agua, energía y materiales). Pero, ¿cómo se concreta en un edificio?

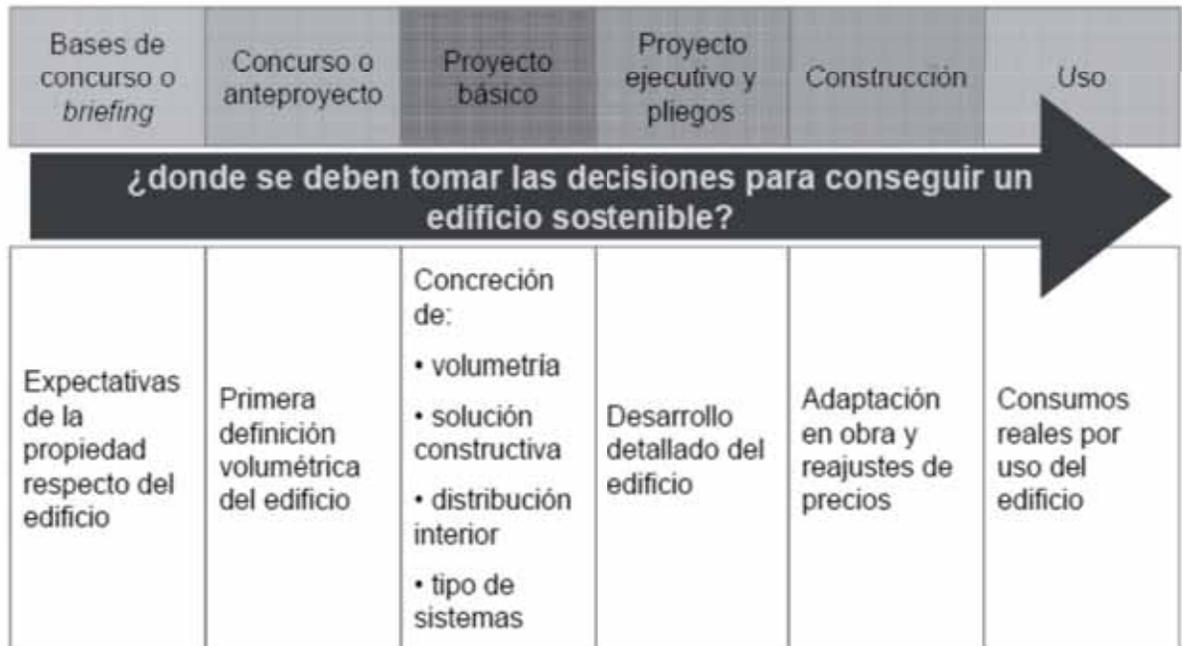


Figura 1. Edificación Sostenible. Una nueva necesidad, un nuevo mercado y una nueva actividad en la Consultoría Energética.

¿Qué servicios ofrece una consultoría energética?

- Evaluación de fuentes disponibles
- Estudio de la viabilidad técnico-económica, ambiental y energética
- Comparativo de alternativas de producción energética
- Valoración técnica de soluciones disponibles en el mercado
- Captación de subvenciones y financiación
- Auditorías energéticas
- Consultoría técnica.
- Certificación ambiental voluntaria que pondera (LEED, BREEAM, VERDE....)
- Project management ambiental

La sostenibilidad no es una cuestión de coste si no de conocimiento, criterio y voluntad partiendo del principio que invertir en energía es invertir en el futuro, hay que saber adaptar el modelo de negocio y además de hacer bien las cosas, hay que saber comunicarlo. La Certificación LEED es el mejor referente en el cumplimiento de estas premisas aplicadas al edificio.

La Certificación ambiental aporta importantes beneficios:

- Garantiza la consecución de los objetivos ambientales esperados
- Es un reconocimiento internacional de los valores del edificio
- Aumenta la productividad un 10%
- Reduce los costes de operación
- Es un valor añadido reconocido para el edificio

Los fondos de inversión de un activo inmobiliario pueden llegar a aumentar por encima del 20%

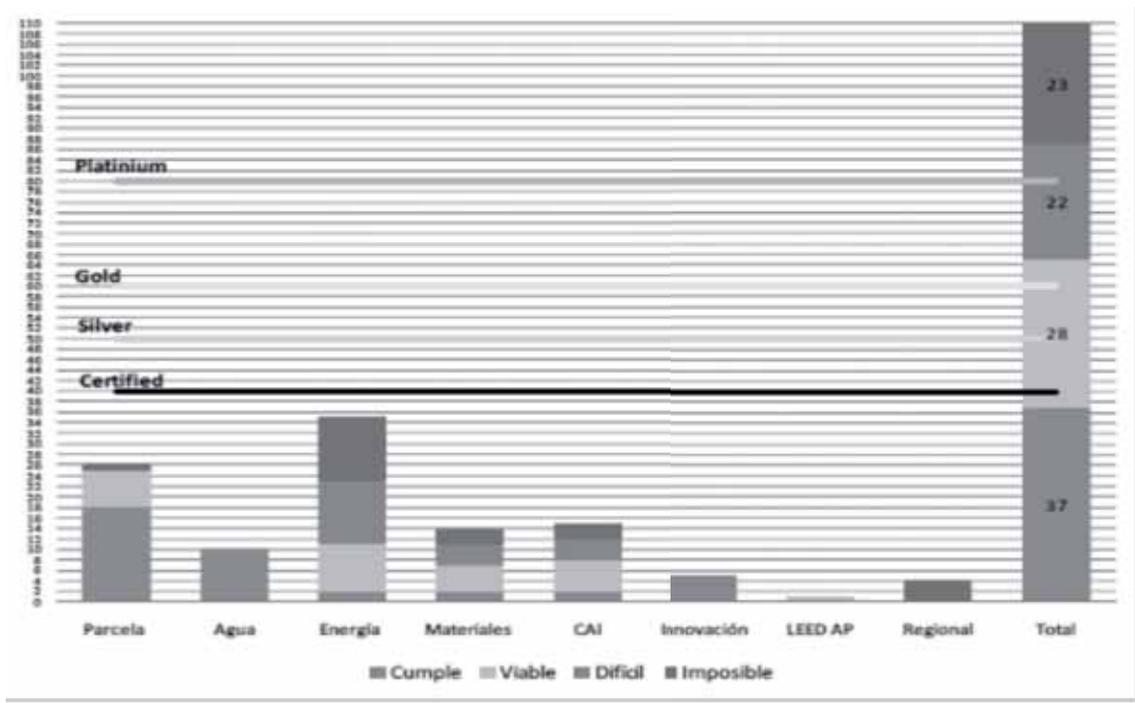


Figura 2 . Rangos y variables de cualificación de la certificación voluntaria LEED.

DATOS IMPORTANTES

El ahorro y la eficiencia son negocio. En España la mejora energética supone el 1% del PIB y puede alcanzar el 2,3% en 2020.

- Con un potencial de crecimiento tremendo en la edificación el sector de la Eficiencia Energética facturó en 2009 21.462 millones de euros, cifra que se duplicará en 2016 con una estimación de 40.472 millones.
- El pronóstico respecto a los puestos de trabajo es similar que pasa de los 106.000 en 2009 a los 200.700 en 2016.
- La mejora en la eficiencia de 14,5 millones de viviendas construidas antes de 2001 que supondrían una inversión de 10.000 millones de euros anuales, que serían aportados por el ahorro de las familias, por entidades financieras, por empresas de servicios energéticos y por el Estado, recibiendo cada fuente de inversión retornos diferentes provenientes de los ahorros de energía y emisiones, beneficios sociales y mejora en la calidad de las viviendas.

CONCLUSIONES

Estamos ante dos escenarios que requieren de esfuerzo compartido e innovación aplicada. El primero en el plano internacional con una tendencia al abismo en cuanto a la corrección de los factores que nos llevan a un cambio climático cada vez más preocupante. El segundo en el plano local como país con una dependencia alarmante de recursos energéticos externos que debilita nuestra balanza comercial y una crisis económica y financiera con una perspectiva a corto plazo preocupante.

En común la misma solución para ambas, construir un escenario muy mejorado y posible a partir de una edificación inteligente, eficiente y 100% renovable. Desde la mejora de sistemas pasivos como aislamientos y reducción de puentes térmicos en fachadas y ventanas junto con la aplicación de sistemas dinámicos como gestión de la iluminación, climatización e integración de sistemas con control solar y termoactivos. Edificios capaces de generar toda la energía que consuman.

Mucho trabajo por delante que requiere a un gran número de personas capacitadas para desarrollar nuevas especialidades profesionales en un entorno más verde en un núcleo que parte de la edificación.

Para ello es necesario impulsar una serie de medidas clave en un contexto macropolítico con medidas favorecedoras a nivel internacional y otro micropolítico con iniciativas locales y privadas desde las buenas prácticas y un Estado comprometido con una legislación favorable impulsando las Energías Renovables, la Generación Distribuida, el autoconsumo y un rápido desarrollo de un sistema energético basado en redes inteligentes y el desarrollo de un edificio más flexible capaz de adaptarse en su ciclo de vida a nuevas necesidades frutos del avance tecnológico y de los nuevos hábitos y estilos de vida.

REFERENCIAS

IEA. International Energy Agency. World Energy Outlook 2011
CLN. Corporate Leaders Network for Climate Action
Energy Services Companies Market in Europe 2010
IQS. Institut Químic de Sarria. Universitat Ramon Llull
A3e. Asociación de empresas de Eficiencia Energética
Green Building Council España

Análisis de Mercado de los Servicios Energéticos

José Martínez-Fresneda – ANESE

Resumen: Teniendo en cuenta la situación actual de crisis económica, desempleo o cambio climático, el Mercado de Servicios Energéticos se hace necesario para mitigar estos retos y reducir nuestra dependencia energética.

El mercado del Ahorro y la Eficiencia Energética en Europa se caracteriza por una gran variedad de mecanismos, programas y modelos de contrato. Alemania lidera en Europa seguido de Francia y Reino Unido mientras que España es un país con un gran potencial que no termina de arrancar.

Área temática: Planes, Políticas, Medidas, Financiación y Requisitos

1. TEXTO PRINCIPAL

El mercado Europeo se caracteriza por una gran variedad de mecanismos, programas y modelos de contrato.

Según la Comisión Europea, en su informe del 2010 hay países como Alemania, Italia o Francia que tienen un gran número de ESEs. En el periodo 2007-2010 ha existido un gran desarrollo de mercado en Dinamarca, Suecia y Rumanía y en menor medida en España, Italia y Francia.

Alemania se presenta como el líder con el mercado más amplio y avanzado seguido de Francia y Gran Bretaña. Las mayores barreras para el desarrollo del mercado son:

- Baja concienciación y falta de información del concepto de las ESEs
- Desconfianza por parte de los clientes
- Percepción de elevados riesgos técnicos y de negocio
- Legislación contable y de participación en concursos públicos
- Falta de estandarizaciones aceptadas en los procesos de medida y verificación
- Barreras administrativas y en consecuencia mayores costes
- Dilema del agente con incentivos en el sector edificación
- Falta de mecanismos adecuados de financiación
- Baja prioridad hacia las medidas de eficiencia energética

Actualmente existen factores que están beneficiando al desarrollo del mercado a nivel europeo como: liberalización de los mercados de gas y electricidad, el incremento de los precios de la

energía y en algunos casos apoyo de las administraciones públicas. Las ayudas por parte de los gobiernos tienen que traducirse en diseminación, disponibilidad de subsidios y fondos para inversiones en eficiencia energética y un marco legislativo favorable.

Es necesario crear un mercado que transmita confianza mediante modelos de contratación, terminología y procesos estandarizados al igual que establecer sistemas de acreditaciones y proyectos que ayuden a eliminar los altos costes relacionados con proyectos de pequeño tamaño.

En España el CEM (Contrato de Gestión Energética) y los ahorros compartidos son los esquemas más habituales.

Respecto a la financiación, los bancos comerciales son la fuente mas habitual para ESEs aunque a consecuencia de la crisis se han limitado las condiciones de préstamo y las ESEs están empleando sus propios fondos. A pesar de no liderar como se esperaba, distintas Administraciones Públicas han financiado proyectos para la gestión energética de sus edificios.

En este sentido, hay una serie de iniciativas gestionadas por las Comunidades Autónomas y las agencias regionales de la energía como la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética (E4). El E4+ (2008-2012) tiene un presupuesto de 2,4 B€.

Pese a que el número de potenciales clientes esté ascendiendo, no ha habido un incremento considerable de proyectos en 2009.

El mercado de las ESEs en España no termina de arrancar y desde ANESE hemos destado tres motivos principales:

- Permisibilidad de la baja eficiencia energética: La vigilancia existente a la reglamentaria es nula.
- Poca Incentivación a la mejora: Una adecuada incentivación podría generar una repercusión importante en el sector. Es necesario implantar algún mecanismo de motivación que esquive la visión de incertidumbre sobre la viabilidad empresarial.
- Desconocimiento de las ESEs: Al nuevo modelo de negocio se le añade el fallo en el papel ejemplarizante por parte de las Administraciones Públicas, lo que hace necesario un plan de difusión de las Empresas de Servicios Energéticos. Es necesario que usuarios finales, entidades financieras y demás implicados sepan que es y a que se dedica una ESE.

Se requiere un Marco Regulatorio apropiado:

- Nueva fórmula de contratación de las AAPP (Contrato de pago por reducción de consumos, Pago por Éxito)
- Desarrollo de los Planes de Eficiencia Energética y Energías Renovables

- Nueva Directiva Europea de Eficiencia Energética
- Aprobación del RD de conexiones de pequeña potencia
- Nuevo Plan de Asignaciones de los Derechos de Emisión de CO2
- Modificación de los Planes Contables

Para favorecer el impulso del sector privado, ANESE ha lanzado el Plan 40/7 que tiene el objeto de centrarse en los edificios más derrochadores de energía y cuyas características se muestran a continuación:

- 1- Cumplimiento de la Reglamentación
- 2- Reducción del 40% de GEI
- 3- Periodo de retorno < 7 años
- 4- Creación de puestos de trabajo: 9 Uds. x 1M€
- 5- Sin coste para el usuario final

Alemania tiene el mercado más grande y maduro de Europa. Esto se debe a la mezcla de apoyo institucional económico y técnico y a programas no gubernamentales con condiciones favorables como pueden ser los impuestos de energía.

El modelo ESE más popular es el Contrato por Suministros Energéticos (ESC). En el 2008 el Mercado de los Servicios Energéticos se estimó en 1,7-2,4 billones de euros con más de 100.000 proyectos y entorno a 500 ESEs.

La financiación gubernamental la gestiona el KfW un grupo bancario sin ánimo de lucro. El KfW obtiene fondos de los mercados financieros y transfiere el capital a través de bancos comerciales a programas con préstamos bajos en intereses.

KfW ofrece productos diferenciados. La mayoría son préstamos y préstamos combinados con concesiones del 5-17,5% de los costes de la inversión. Los programas de fondos abarcan cerca del 95% de los edificios existentes en Alemania. Los siguientes programas están en el sector residencial y público: Modernización de casas, edificios residenciales existentes (el inversor recibe un préstamo de bajos intereses y a largo plazo específicamente orientado a EE con un interés fijo y gratuito en los años iniciales; Construcción ecológica, Programa de préstamos municipal. El KfW también tienen un fondo especial de eficiencia energética para SMEs (con más de 315M€ en 2008).

Otras políticas aplicadas para estimular la economía alemana han servido para el desarrollo de proyectos de ESEs como las subvenciones a proyectos en eficiencia energética bajo el “Konjunkturprogramm”.

Gran Bretaña posee uno de los mercados ESEs más desarrollados con un mercado de financiación de terceros (TPF) sólido e intermediarios activos a la hora de ofrecer mejoras en el rendimiento energético en el sector comercial.

El concepto ESE es visto como Contrato de Gestión de Energía. Existen 15-20 compañías donde 5-6 ofrecen y desarrollan proyectos EPC. Las empresas más relevantes son: Dalkia

(Veolia), Honeywell, Cofely (GDF Suez), Siemens, Danfoss, TAC y JCI acaparando el 80% del mercado mientras que el restante 20% lo ocupan empresas medianas como Energ-G.

En el 2009 la mayoría de los proyectos se desarrollaron en el sector industrial (en el lado del suministro con cogeneración y district heating), en el sector público (lado de la demanda) y en edificación privada no residencial.

La mayoría de los proyectos se financian mediante TPF, la Iniciativa de Financiación Privada (un contrato público-privado que emplea capital privado para financiar infraestructuras públicas) y bancos comerciales que prestan a ESEs o clientes, fondos estatales y fondos de los clientes.

El mercado de la demanda tiene un valor de 55M€ anuales mientras que el del suministro es de 350M€ anuales.

Se han introducido programas para promover inversiones en eficiencia energética como restricciones en emisiones de CO₂, instrumentos financieros y campañas.

El Compromiso de Reducción de Carbón (CRC) se introdujo en abril 2010 para reducir las emisiones de organizaciones no intensas energéticamente que se espera que alcance a 5.000 en los sectores público y privado. El coste del carbón se fija en 12£/tCO₂ hasta marzo 2012, a partir de entonces se someterá a subasta. Es el esquema más eficiente para el desarrollo del mercado de las ESEs en el Reino Unido.

El Enhanced Capital Allowance (ECA) es una medida fiscal diseñada para premiar a compañías que inviertan en equipamiento energéticamente eficiente.

El Programa de Eficiencia Energética en Edificios (BEEP) pretende ayudar a la renovación de edificación pública para reducir radicalmente sus emisiones de CO₂.

En Francia los servicios energéticos se remontan al siglo XIX en sectores como iluminación, la distribución de gas y electricidad y district heating. Los contratos 'chauffage' son los más utilizados donde se contrata una gestión energética orientada al confort y no a las inversiones y mejoras de eficiencia.

Se están empleando nuevos modelos de contratos donde se actúa como un consultor cuyos ingresos se basan en los ahorros alcanzados. Otro mecanismo es el contrato público-privado donde se incluyen objetivos de rendimiento como el nivel de consumos energéticos. El acuerdo incluye a un tercero que participa en el diseño, la producción, conversión, ahorro y mantenimiento de equipamiento o con la financiación y la gestión de los servicios.

FEDENE tiene más de 500 asociados de los que 100 cumplen las características de una ESE y donde 5-10 compañías trabajan con contratos basados en rendimiento.

El mercado francés se caracteriza por una gran concentración de grandes empresas que ofrecen servicios energéticos. Los actores principales son: Dalkia y Cofely (compañías de gestión y operación); Siemens, Honeywell, Schneider Electric y Johnson Control (fabricantes de equipamiento y sistemas de control en edificios); EDF y GDF-Suez que son suministradores y utilities.

El contrato más común es el Contrato por Gestión Energética (CEM) donde hay un suministro de energía sin incentivos explícitos, donde también se pueden ofrecer elementos de ahorros compartidos. El contrato público-privado se empleó en el sector público donde se garantiza el ahorro energético y el cliente asume el riesgo financiero.

El sector de la edificación es el más popular para mejoras de eficiencia energética (responsable del 44% de la energía final consumida). Los sectores más relevantes (2009) son district heating y cogeneración, edificios públicos, edificios privados no residenciales, fuentes de energías renovables e industria. La facturación de los contratos de servicios energéticos con garantías se estima en €4-5 billones.

En el 2009 el 60% de los proyectos los financiaron las ESEs, 30% emplearon financiación de terceros y 10% fueron financiados por los clientes.

"Le Grenelle de l'environnement" es un plan de acción desarrollado por el gobierno francés. El plan incluye objetivos legislativos, campañas de información e instrumentos financieros. Se estableció el objetivo de reducir el consumo de los edificios existentes en un 38% en 2020 comparado con los valores de 2008, reforma de 250 millones de m² del sector residencial en 2018 reduciendo el 40% del consumo y 50% de emisiones de efecto invernadero y limitar el consumo primario de energía de nuevos edificios a 50kWh m²/año.

FOGIME (Fonds de Garantie des Investissements de Maitrise de l'Energie) es un fondo de garantía de crédito para inversiones en energía sostenible y fuentes de energías renovables en el sector privado. El sistema de crédito es cooperación entre ADEME y el banco de desarrollo francés.

FIDEME (Fonds d'intervention pour l'environnement et la Maitrise de l'Energie) es un fondo de inversión que apoya a los inversores privados a invertir en eficiencia energética y medioambiental. Tiene un presupuesto de 45 M€ y puede proveer hasta 25% de los costes totales del proyecto.

ADEME EIE (Espaces Info-Energie) es un programa para promover consejeros energéticos apoyados por asociaciones y autoridades locales que se comprometen a dar información gratuita al público en eficiencia energética y energías renovables y ser independientes de los suministradores de energía y de la industria energética.

Existen otros mecanismos de financiación, regulatorios y de diseminación de información que se han empleado establecidos para promover inversiones en eficiencia energética. Concesiones y subvenciones disponibles en las oficinas regionales de ADEME y financiación bajo el esquema contrato público-privado para edificios públicos de alquiler hasta el 2047 y hasta 50 M€ anuales disponibles para auditorías térmicas.

Inversión y financiación de proyectos de EECN con el modelo ESE

R. Unzué. Crosscheck

Resumen: Para lograr el objetivo de Edificios de Energía Casi Nula se requieren importantes medidas de ahorro y eficiencia (MAEs) que representan importantes inversiones de inicio y aguantar períodos de repago largos. En España recientemente ha surgido el papel de las Empresas de Servicios Energéticos (“ESEs”), como impulsores de rehabilitaciones energéticas ofreciendo un outsourcing de la gestión energética durante un plazo dentro del cual recuperan la inversión por medio de los ahorros. El modelo de las ESEs puede servir de vector financiero para acometer proyectos de certificación sostenible como la certificación LEED™ y BREEAM® tanto para nueva construcción, rehabilitaciones como para mejorar la operación y mantenimiento de edificios existentes. Los proyectos de certificaciones de bajo consumo energético como el Estándar Energético Passivhaus también son buenos candidatos para el modelo de las ESEs por las exigencias y limitaciones energéticas que requieren una importante inversión en medidas pasivas. Sin embargo, financieramente el modelo de negocio de la ESE supone un importante esfuerzo ya que las primeras fases del negocio no generan ingresos y en ocasiones suponen importantes inversiones. La financiación y capitalización de las ESEs se pueden realizar con la ayuda de diferentes modalidades.

Área temática: I. Planes, Políticas, Medidas, Financiación y Requisitos para EECN.

Palabras clave: MAE, certificación sostenible, ESE, financiación, capitalización, fondo de capital riesgo.

1. INTRODUCCIÓN

Para lograr el objetivo de Edificios de Energía Casi Nula se requieren importantes medidas de ahorro y eficiencia (MAEs) tanto activas como pasivas que representan importantes inversiones de inicio y aguantar “Paybacks” (o períodos de repago largos). En España recientemente ha surgido el papel de las Empresas de Servicios Energéticos (ESEs), como impulsores de rehabilitaciones energéticas o energy retrofits ofreciendo un outsourcing de la gestión energética durante un plazo dentro del cual recuperan la inversión por medio de los ahorros. El modelo de las ESEs puede servir de vector financiero para acometer proyectos de certificación sostenible como la certificación LEED™ y BREEAM® tanto para nueva construcción, rehabilitaciones como para mejorar la operación y mantenimiento de edificios existentes. Los proyectos de certificaciones de bajo consumo energético como el Estándar Energético Passivhaus también son buenos candidatos para el modelo de las ESEs por las exigencias y limitaciones energéticas que requieren una importante inversión en medidas pasivas. La financiación y capitalización de las ESEs se pueden realizar con la ayuda de diferentes modalidades. Antes de describir las diferentes modalidades de financiación y capitalización de las ESEs, se comienza explicando los dos componentes principales del modelo de negocio de la ESE y que son su capacidad técnica y financiera. Dentro de las capacidades técnicas se destacan principalmente: hacer la auditoría técnica; elaborar el proyecto de aplicación de Medidas de Ahorro y Eficiencia (MAEs); ejecutar el proyecto; llevar a cabo el mantenimiento; medir y verificar los ahorros; proponer una mejora continua, etc. Entre las capacidades financieras se mencionan principalmente: realización de importantes inversiones de inicio; soportar activos en el Balance y aguantar “Pay-Backs” (o

períodos de repago) largos. Se hace hincapié que financieramente el modelo de negocio de la ESE supone un importante esfuerzo ya que las primeras fases del negocio no generan ingresos y en ocasiones suponen importantes inversiones. Se muestra a continuación de forma gráfica:

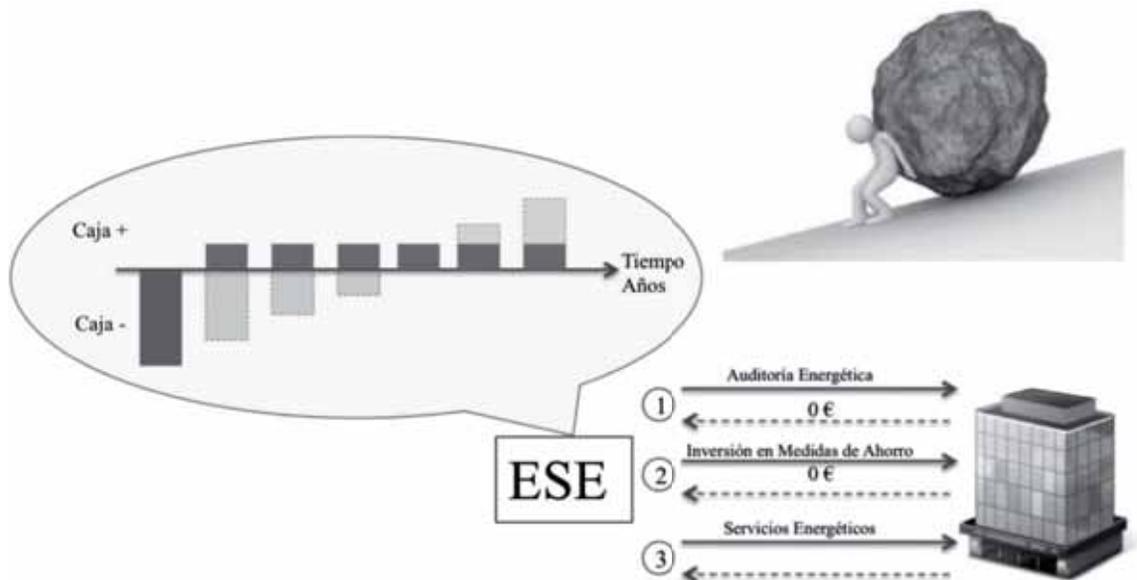


Figura 1. Flujo Financiero del Negocio de la ESE

La ESE tiene que analizar muy detenidamente las diferentes opciones de financiación y capitalización de los proyectos de rehabilitaciones energéticas de edificios con el objetivo de Edificios de Energía Casi Nula que requieren importantes medidas de ahorro y eficiencia (MAEs) tanto activas como pasivas las cuales representan importantes inversiones de inicio y conseguir alcanzar un equilibrio entre las modalidades que existen en el mercado y que son, grosso modo, Subvenciones, Fondos Propios y Financiación Ajena.

A continuación, se describen los componentes de un flujo de caja estándar dentro del modelo de negocio de una ESE.

Tabla I. Componentes de un Flujo de Caja Estándar de una ESE

+ Ingresos:	Calculados en base al contrato de Servicios Energéticos firmado y corresponderán, en función de la modalidad del mismo a la cuota periódica pactada, y en su caso la parte del ahorro compartido una vez realizada la medida y verificación del mismo.
- Inversión:	Normalmente será el coste de la implantación de las medidas de Ahorro y Eficiencia tanto activas como pasivas, propuestas en el proyecto de rehabilitación energética. Es una salida de caja que se producirá en principio una sola vez y su cuantía será significativa en relación al proyecto de rehabilitación.
- Consumos:	El coste de la energía consumida para poder cumplir con los requisitos de suministro establecidos en el contrato los cuales se minimizarán con las medidas implantadas, en especial las pasivas.

- Costes Operativos:	Los costes asociados a la prestación del servicio de instalación, operación, mantenimiento, etc., ya sean costes de personal o de cualquier otro tipo asociado.
- Costes Fijos:	En caso de que exista una estructura fija en la empresa que deba repercutirse al proyecto en concreto.
- Costes Financieros:	Según la estructura de financiación pactada, los costes y comisiones que haya que abonar al banco financiador.
- Inversión en reposición:	La inversión en la sustitución o reparación de cualquier elemento vinculado a la prestación del servicio que no pueda trasladarse al propietario del edificio en virtud del contrato.
- Impuestos:	En función del Beneficio contable generado.
Flujo de Caja Neto:	Lo calcularemos con carácter anual para comprobar la rentabilidad del proyecto en términos de TIR (Tasa Interna de Retorno) o el Payback.

Para finalizar este apartado de Introducción, adjuntamos una figura con los objetivos de rentabilidad exigidos según el tipo de activos. Son una mera estimación subjetiva de los distintos perfiles de rentabilidad de mercado.

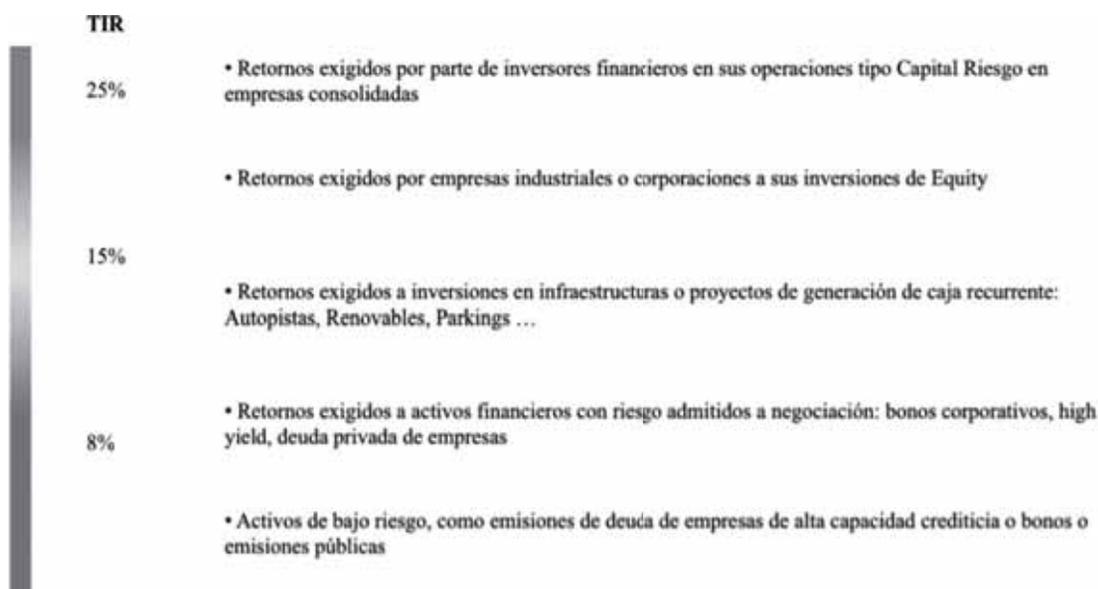


Figura 2. Niveles de rentabilidad aceptable según tipos de activos

2. OBJETIVOS

Una vez hecha la introducción a los conceptos básicos del modelo negocio de una ESE, sus flujos de caja, las rentabilidades exigidas dependiendo del nivel de riesgo de un negocio, explicamos más detalladamente las diferentes modalidades de financiación y capitalización y adecuamos el análisis a la conveniencia o no de cada modalidad al modelo de negocio de la ESE. Reconociendo que el papel de la ESE puede y debe ser el impulsor de rehabilitaciones energéticas de edificios con el objetivo EECN junto con objetivos de certificación de bajo

consumo energético como el Estándar Passivhaus y objetivos de certificación sostenible como LEED™ y BREEAM®.

Tabla II. Modalidades de Financiación y Capitalización

Subvenciones y Ayudas Públicas

En España, es el IDAE a través de sus distintos programas el mayor impulsor de las ayudas vinculadas a la Eficiencia Energética y a las ESEs. Se pueden solicitar distintas líneas según la tipología de proyectos.

Opciones de Financiación

Préstamos o créditos con garantía personal: Aquellos que dependen de la solvencia y capacidad crediticia de quien los solicita y no tienen garantías adicionales.

Leasings o rentings de equipamientos: Financiación para la compra de activos fijos donde además de la garantía personal existe una garantía real en los activos.

Project finance: Se trata de esquemas de financiación donde la principal garantía la constituyen los flujos de caja futuros del proyecto. Se utilizan sobre todo para la financiación de infraestructuras y grandes inversiones.

Al referirnos a socios financieros existen distintos tipos de inversores o co-inversores que podemos clasificar en:

Opciones de Capitalización

Inversores Privados o Business Angels: Aquellas personas que creen en un proyecto y donde aportan capital y complementan gracias a su experiencia.

Capital Riesgo: Distintas variedades de participación temporal en empresas y proyectos, se suelen clasificar por la madurez del proyecto: Venture, Private Equity.

Fondos de Infraestructuras: Fondos de Inversión en formato capital riesgo u otros que se dedican a invertir o co-invertir en grandes proyectos de infraestructuras.

Fondos de Inversión: Normalmente no invierten en Proyectos o Empresas, invierten en otro tipo de activos financieros.

Respecto a la primera opción, **Subvenciones y Ayudas Públicas**, podemos constatar que hay un importante apoyo nacional y europeo al sector, a través de distintos instrumentos si bien la Administración Pública se encuentra en un momento de restricción del gasto y reducción de subvenciones. En lo que se refiere a la segunda opción, **Modalidades de Financiación Ajena**, llegamos a las siguientes observaciones:

Préstamos o créditos con garantía personal: En estos momentos los criterios de análisis son tremendamente restrictivos.

Leasings o rentings de equipamientos: Plantea dificultades cuando no son activos útiles por sí mismos, o cuando un proyecto contempla un conjunto de equipos e instalaciones vinculadas como suele ser el caso de las MAEs.

Project finance: Como filosofía encajaría de pleno si bien el reducido tamaño de los proyectos y la ausencia de casos reales provoca que hoy la opción prácticamente no exista para los proyectos ESE.

Para terminar, con la última opción planteada, la de **Socios Financieros**, o de **Capitalización**, podríamos afirmar:

Inversores Privados o Business Angels: Existe interés en el sector y por tanto hay inversores interesados en este tipo de proyectos.

Capital Riesgo: Puede ser una buena alternativa si bien en ocasiones la rentabilidad es reducida para este tipo de inversión.

Fondos de Infraestructuras: La dimensión es claramente insuficiente para Fondos que invierten en infraestructuras.

Fondos de Inversión: No es aplicable para este tipo de activos.

3. CONCLUSIONES

Nuestra principal conclusión es confirmar la opción del capital riesgo como una de las alternativas más válidas para darle impulso al modelo de negocio de la ESE, a día de hoy en España. La ESE puede y debe ser el impulsor de rehabilitaciones energéticas de edificios con el objetivo EECN junto con objetivos de certificación de bajo consumo energético como el Estándar Passivhaus y objetivos de certificación sostenible como LEED™ y BREEAM®. El volumen de Fondos gestionados por Sociedades Gestoras y Entidades de Capital Riesgo en España sigue creciendo a pesar de la crisis, aproximándose a los €25.000 Millones gestionados (ver Figura 3, gráfico de la izquierda). La inversión extranjera sigue siendo el mayor partícipe en el Capital Riesgo español. Los últimos años se ha producido una reducción de la actividad de las Instituciones financieras y un incremento de Fondos de Pensiones y Aseguradoras (ver Figura 3, gráfico de la derecha).



Figura 3. Datos Macro del Capital Riesgo en España.

Terminamos describiendo el funcionamiento de la primera iniciativa en España a nivel de fondo de capital riesgo especializado, dedicado a invertir en proyectos de eficiencia energética. Esta iniciativa está dirigida por la Sociedad Gestora de Entidades de Capital Riesgo, Crosscheck Capital Partners SGECR S.A., dedicada a la Gestión de Fondos relacionados con la Eficiencia Energética, la Energía y la Sostenibilidad.

Green Buildings Equity Fund I es un Fondo de Capital Riesgo que invierte conjuntamente con las empresas especialistas en Eficiencia Energética, las ESEs, empresas que puedan desarrollar uno o varios proyectos obteniendo retorno gracias a los ahorros generados en el consumo energético de los edificios, los cuales pueden ser muy importantes para proyectos que aspiran a EECN con la ayuda de certificaciones de bajo consumo energético y sostenibles. El Objetivo del Fondo es invertir en “empresas mixtas” participadas por la ESE y por el Fondo, que será quien aporte el capital necesario para el desarrollo de los proyectos. Las “empresas mixtas” actúan como eje central de la operación y contratan el proyecto “llave en mano” y la Operación y Mantenimiento al propio Socio Gestor u otros proveedores. El propietario del Edificio firma el contrato con la “empresa mixta” a quien paga periódicamente por el suministro y/o los servicios energéticos contratados.

Antes de llevar a cabo la inversión por parte del Fondo Green Buildings Equity Fund I, la gestora Crosscheck Capital Partners, junto a sus asesores técnicos y legales, lleva a cabo un proceso de análisis de la inversión muy pormenorizado. Se trata de asegurar la inversión y rentabilidad a los inversores del Fondo y también de que los proyectos impulsados por la ESE tengan como objetivo final, la eficiencia energética.

Etapas	Análisis Preliminar	Análisis de Viabilidad	Inversión
Tareas	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis técnico preliminar • Análisis económico preliminar • Validación del Socio Gestor • Validación de la estructura legal • Elaboración de una descripción previa de la operación 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración y análisis detallado del Plan de Negocio y de Inversiones de la Sociedad y de los proyectos • Due Diligence Técnica • Due Diligence Jurídica • Due Diligence Económica y Fiscal • Elaboración del Informe técnico y del Informe de Inversión para la presentación en el Comité de Inversiones y el Consejo de Administración • Presentación del Proyecto en los Comités 	<ul style="list-style-type: none"> • Constitución de la Empresa Mixta y Acuerdos de Socio • Firma de los compromisos de inversión • Firma del contrato “llave en mano” y del contrato O&M • Firma de los contratos ESCO con el propietario del edificio
Objetivo	Determinar si los proyectos cumplen con los requisitos del Fondo	Aprobación de la Inversión	Formalización de la Inversión
Quién?	Crosscheck Capital Partners y los asesores técnico (CENER) y legal	Crosscheck Capital Partners, los asesores técnico (CENER) y legal y el Comité de Inversiones	Crosscheck Capital Partners

Figura 4. Proceso de Inversión

4. BIBLIOGRAFÍA

Asociación Española de Entidades de Capital Riesgo (2011). Informe ASCRI 2011 "El Capital Riesgo & Private Equity en España". (http://www.ascr.org/informe_es_2011/)

LEED (www.usgbc.org)

BRE Environmental Assessment Method (www.breeam.es)

Plataforma Edificación Passivhaus (www.plataforma-pep.org)

Edificio de energía cero: definiciones e interacción con las redes energéticas

J. Salom, E. Cubí (IREC – Institut de Recerca en Energia de Catalunya, Barcelona, España) y I. Sartori (SINTEF Building and Infrastructure, Oslo, Noruega)

Resumen: La comunicación presenta los principales resultados derivados de la tarea colaborativa internacional “Towards Net Zero Solar Energy Buildings” de la Agencia Internacional de la Energía en la que los autores principales participan como únicos representantes españoles. En el marco de este proyecto internacional se ha elaborado un marco armonizado y consistente a nivel internacional para la elaboración de las definiciones de edificios de energía cero conectados a las redes energéticas (Net ZEB). La comunicación resume las principales características de este marco definitorio, los principios básicos del balance energético y los resultados de aplicar varias métricas e hipótesis en un caso de referencia de edificio de bajo consumo energético.

Área temática: Planes, Políticas, Medidas, Financiación y Requisitos para EECN

Palabras clave: definición, redes energéticas, balance energético, sistema de ponderación

1. INTRODUCCIÓN

Conceptualmente, un edificio de balance energético cero (Net ZEB, Net Zero Energy Building en inglés) es un edificio con un alto nivel de eficiencia energética, donde la ya reducida cantidad de energía requerida debería proceder de fuentes renovables, de manera que su balance energético sea cero. Cabe destacar que el concepto de Net ZEB es más general que el de los edificios autosuficientes y aislados que son capaces de generar toda la energía que consumen. Se entiende que los Net ZEB están conectados a las redes de suministro energético (red eléctrica o de gas, redes de distrito de calefacción y o refrigeración, etc.) de las que "importan" (compran) energía y a las que podrían "exportar" toda o parte de la energía que genera el edificio.

Esta definición conceptual es ampliamente aceptada, pero es demasiado genérica para ser útil en la aplicación práctica y, hasta ahora, ha sido interpretada de manera muy diferente en función de los lugares. Los detalles de la definición de Net ZEB o edificios de consumo de energía casi nula se traducirán en requerimientos normativos para los edificios del futuro y para renovar los actuales. Estos requerimientos influirán no sólo en las soluciones técnicas propias de los edificios, sino también en los sistemas de generación de energía renovable a utilizar y en las redes energéticas en las que los edificios estén conectados.

La definición de Net ZEB se debería elaborar desde un punto de vista global para asegurar que los edificios de balance energético cero contribuyan al objetivo general de reducción de consumos energéticos y de emisiones de CO₂ con el mínimo coste económico y ambiental. Los

resultados que se presentan aquí son parcialmente fruto del trabajo realizado en este ámbito en el marco de la IEA Task40 / Annex 52(2008).

2. TERMINOLOGÍA Y BALANCE

El esquema de la Figura 1 muestra la terminología más relevante en relación al uso de energía en los edificios y a la interacción de los mismos con las redes energéticas.

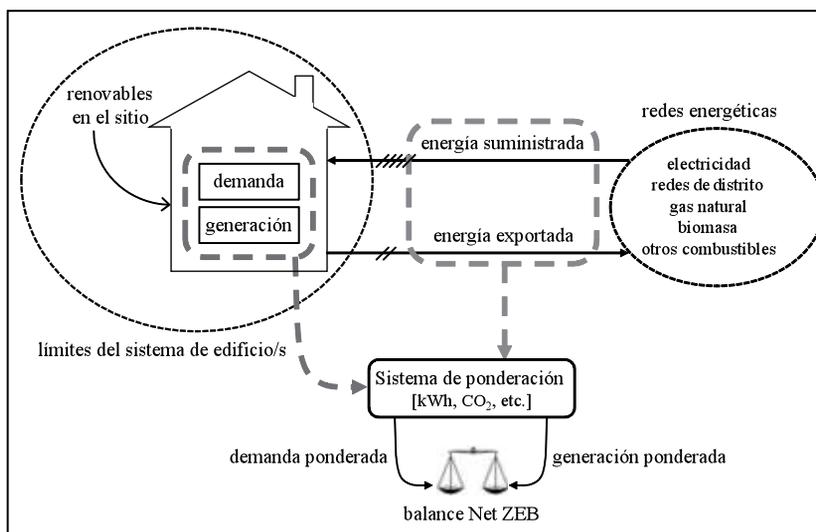


Figura 1. Esquema de la interacción de los edificios y las redes energéticas mostrando la terminología relevante.

La condición que debe satisfacer un edificio de energía cero es que la generación de origen renovable de energía ponderada exceda la demanda ponderada en un período de tiempo determinado, normalmente un año. El criterio de ponderación depende de la métrica usada en la definición, como se expone en el apartado 3. El balance de energía puede determinarse bien realizando un balance de entre la energía suministrada y exportada o bien realizado un balance entre la demanda energética y la generación. La primera puede llamarse un balance de importación /exportación y el segundo un balance de demanda/generación. Según la definición, el balance de Net ZEB puede calcularse con la ecuación:

$$\text{Balance Net ZEB: } |generación\ ponderada| - |demanda\ ponderada| \geq 0$$

El balance de un Net ZEB se puede representar gráficamente como en la figura 2, poniendo la demanda ponderada en el eje x y la generación ponderada en el eje y.

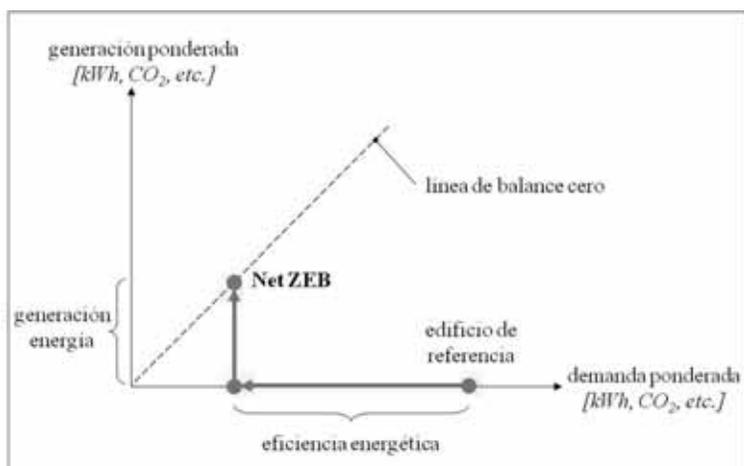


Figura 2. Representación gráfica del concepto de balance energético en un edificio de consumo de energía nulo conectado a las redes energéticas, Net ZEB.

El edificio de referencia puede representar el comportamiento de un edificio según los requerimientos de los códigos nacionales o la situación de un edificio existente previa a su rehabilitación. Partiendo de esta situación, el camino hacia Net ZEB se representa en el balance con dos acciones

1. La reducción de la demanda energética (eje x) mediante medidas de eficiencia energética
2. La generación de energía (térmica o eléctrica) mediante fuentes energéticas que permitan obtener suficientes créditos (eje y) para equilibrar el balance

3. MARCO PARA LA DEFINICIÓN DE Net ZEB

El balance que se expresa en la ecuación es el concepto clave de la definición de Net ZEB. En el momento de traducir esta estrategia conceptual en una definición concreta y unos requerimientos normativos aparecen toda una serie de aspectos prácticos que es preciso definir de forma explícita. SARTORI, I. et al. (2012) exponen de forma extensa una lista de cinco criterios y sub-criterios, para la definición sistemática de Net ZEB:

1. Delimitación del sistema edificio.

- 1.1. *Límites físicos*, que pueden ser un único edificio o un grupo de edificios que en su conjunto cumplen con la definición, pero que no tienen porque cumplir de forma individual.
- 1.2. *Límites en el balance*, referente a los usos energéticos que se incluyen en el balance. En la etapa de uso del edificio los usos típicos son calefacción, refrigeración, ventilación, ACS, iluminación y otros consumos (equipos, electrodomésticos, etc.). También podrían considerarse otros consumos tal como la recarga de vehículos eléctricos o considerar el consumo energético en el ciclo de vida del edificio incluyendo en el balance la energía embebida en los materiales de construcción y las instalaciones.
- 1.3. *Condiciones de contorno*, entendidas como aquellas condiciones que influyen en el rendimiento energético del edificio (tipología e intensidad del uso, condiciones de

confort requeridas, clima) y que deben explicitarse para poder comparar de forma coherente diferentes edificios o el comportamiento diseñado con el comportamiento real de un mismo edificio.

2. Sistema de ponderación.

2.1. *Métrica.* El balance energético puede realizarse en base a distintas métricas, incluyendo energía final, energía primaria, y emisiones de CO₂. Como los factores de conversión de las métricas son distintos según la fuente energética, la métrica escogida puede tener una gran influencia en las condiciones de diseño del edificio y sus sistemas renovables.

2.2. *Simetría.* Los diferentes vectores energéticos pueden ponderarse simétricamente, utilizando los mismos factores de ponderación para tanto la energía exportada como la importada, o asimétricamente, utilizando factores diferentes.

2.3. *Dependencia temporal.* Debido a la complejidad asociada a las redes energéticas es habitual considerar factores de conversión medios para cierto período de tiempo. Otras posibilidades serían considerar una variación en el tiempo de estos factores asociados a los cambios en las infraestructuras energéticas (por ejemplo, cambios en el mix de generación eléctrica) o variaciones horarias de los factores de conversión.

3. Balance energético.

3.1. *Período temporal del balance,* refiriéndose al período de tiempo considerado en el cálculo del balance, que comúnmente se acepta que sea un año.

3.2. *Tipo de balance,* refiriéndose a que flujos energéticos se utilizan para realizar el balance. Para ello, puede influir si el balance se realiza en fase de diseño o con datos reales monitorizados de funcionamiento del edificio.

3.3. *Eficiencia energética,* refiriéndose a los requisitos mínimos que todo Net ZEB debería cumplir, que pueden explicitarse tanto de forma prescriptiva como prestacional.

3.4. *Generación renovable,* refiriéndose a que forma y tipo de generación de energía renovable se considera en el balance energético y si existe una priorización o jerarquía en la consideración de las diferentes formas de energía renovable, incluyendo la compra de “energía certificada verde”.

4. Características temporales.

4.1. *Acoplamiento de la demanda,* refiriéndose al acoplamiento entre la generación de energía renovable en el sitio y la demanda energética y el nivel de autoconsumo.

4.2. *Interacción con las redes energéticas,* refiriéndose a la interacción del edificio con las redes energéticas en el proceso de exportación/importación de energía.

En SALOM et al. (2011) se describen con detalle como caracterizar los edificios con indicadores LMGI (Load Match and Grid Interaction).

5. **Medida y verificación.** Se refiere a establecer protocolos de medida para verificar el funcionamiento real de un edificio y el ajuste a la categoría de edificio Net ZEB.

4. CASOS Y RESULTADOS

En la presente sección se exponen los resultados de aplicar opciones diferentes en algunos de los criterios explicitados en el segundo apartado: límites en el balance y la métrica y su simetría en el sistema de ponderación. Los resultados se aplican sobre el caso de referencia del edificio CIRCE en Zaragoza, el cual se proyectó con el objetivo de ser un edificio de Cero Emisiones de Ciclo de Vida. Los datos utilizados en la presente comunicación y que se presentan de forma resumida en la Tabla I corresponden a datos de diseño en ZABALZA, I. (2011). En la tabla II, se describen de forma resumida las diferencias entre el caso de referencia y los casos de estudio

y la figura 3 muestra los resultados del balance energético utilizando dos métricas diferentes (energía primaria y emisiones de CO₂) para los diferentes casos de estudio.

Tabla I. Demandas energéticas por usos y generación de energía renovable en el caso de referencia

<i>Demanda energética</i>		
	<i>Electricidad (kW·h_{el}/ m²·y)</i>	<i>Gas Natural (kW·h_{ter}/ m²·y)</i>
Calefacción	0.15	20.34
ACS	0.04	
Refrigeración	0.78	
Iluminación	13.84	
Equipos auxiliares	6.14	
Ventilación	4.64	
<i>Generación energía renovable</i>		
	<i>Electricidad (kW·h_{el}/ m²·y)</i>	<i>Energía térmica (kW·h_{ter}/ m²·y)</i>
Fotovoltaica	4.18	
Energía eólica	7.73	
Solar térmica		2.12

Tabla II. Casos de estudio: descripción y factores de conversión

	<i>Descripción del caso</i>	<i>Factores de conversión</i>
I	Caso de referencia	SARTORI et al., CALENER
II	Consumo de equipamiento: 20 kW·h _{el} /m ² ·y	SARTORI et al., CALENER
III	Factores de conversión: IDAE	SARTORI et al., IDAE
IV	Escenario de futuro	SARTORI et al., GRAABAK y FEILBERG 1.8 para EP; 525 gCO _{2, equiv} /kW·h _{el}
V	Asimetría de factores	Factores para EP: 2.4 (importada); 2.8 (exportada). Propuesta en Alemania
VI	Factores políticos, Suiza (EnDK 2009)	SARTORI et al., Suiza
VII	Biomasa, pellets para calefacción	SARTORI et al., CALENER
VIII	Biomasa, pellets para calefacción	SARTORI et al., Suiza (sólo biomasa)
IX	Red de distrito calefacción.	SARTORI et al., Dinamarca
X	Red de distrito calefacción y refrigeración	Red de Districlima, Barcelona. No disponible el factor de conversión para emisiones

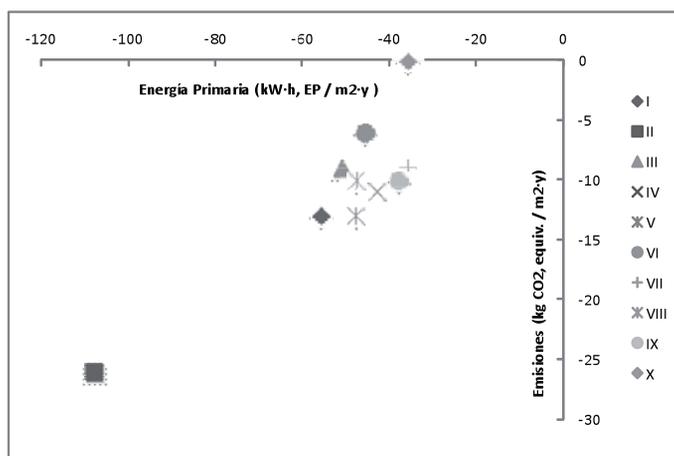


Figura 3. Balance energético para los casos de referencia en energía primaria y en emisiones de CO₂.

5. CONCLUSIONES

Los resultados permiten observar la importante sensibilidad en el balance energético derivada de la utilización de diferentes factores de conversión, incluso para una misma fuente energética de hasta un 23%, respecto al caso de referencia. También se puede observar la importante influencia de incluir o no el consumo eléctrico derivado de equipamiento en el balance energético, prácticamente doblando el valor del balance en el ejemplo analizado. Por tanto, se puede concluir que la concreción en la definición de algunos de los criterios puede tener un efecto importante en el balance y en la toma de decisiones a nivel de diseño.

6. AGRADECIMIENTOS

El trabajo presentado en este trabajo se ha desarrollado en gran medida en el contexto de la IEA, en el marco de la tarea conjunta de los programas Solar Heating and Cooling (SHC) Task40 and Energy Conservation in Buildings and Community Systems (ECBCS) Annex52: Towards Net Zero Energy Solar Buildings. Expresar el agradecimiento de los autores a Ignacio Zabala de CIRCE los datos de diseño utilizados en la presente comunicación.

7. REFERENCIAS

- IEA TASK 40/ANNEX 52 (2008), “Towards Net Zero Energy Solar Buildings”, IEA SHC Task 40 and ECBCS Annex 52, <http://www.iea-shc.org/task40/index.html>, accessed 23/03/2012.
- GRAABAK, I. Y FEILBERG, N. (2011) “CO2 emissions in different scenarios of electricity generation in Europe”, *SINTEF Energy Research*, report TR A7058, Trondheim, Norway
- SALOM, J., WIDÉN, J., CANDANEDO, J., SARTORI, I., VOSS, K., MARSZAL A. (2011): “Understanding Net Zero Energy Buildings: Evaluation of Load Matching and Grid Interaction Indicators”, *Proceedings of Building Simulation 2011 Conference*, pp. 2514-2521, Sydney
- SARTORI, I., NAPOLITANO, A., VOSS, K. (2012): “Net zero energy buildings: A consistent definition framework”, *Energy & Buildings*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.01.032>
- ZABALZA, I. (2011), “Datos de diseño del edificio CIRCE”, Comunicación personal

Edificios de Ocupación Plena para la obtención de un óptimo grado de eficiencia y mínimo consumo

P. Branchi y J. Bustinza. Acorde

Resumen: ACORDE es un proyecto de investigación sobre viviendas flexibles, adaptables y de alta eficiencia energética desarrollado en el departamento de I+D de ACR Grupo en Pamplona. Mereció el apoyo del CDTI (Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial, Ref. IDI-20101293) y del Gobierno de Navarra (Ref. IIP14103.RI1) en el 2010. Las viviendas ACORDE han sido diseñadas para poder ser fácilmente transformables a las necesidades cambiantes de las familias, añadiendo o sustrayendo módulos jurídicos a la vivienda de modo que ésta pueda estar adaptada a la familia en cada momento, sin la existencia de habitaciones no ocupadas. La originalidad del proyecto Acorde reside en la previsión de las futuras y posibles transformaciones que cualquier elemento de la vivienda puede sufrir en el transcurso de los años para adaptarse a las múltiples usos de sus espacios. Así la flexibilidad del proyecto será tanto jurídica como técnica. Jurídicamente se ha considerado una nueva forma de estructurar la propiedad de la vivienda, y técnicamente se han considerado todos los elementos transformables en el tiempo como las instalaciones, las divisiones y la propia configuración estructural.

Área temática: Arquitectura y Urbanismo en el diseño del EECN

Palabras clave: habitabilidad, adaptabilidad, flexibilidad, racionalidad, eficiencia

INTRODUCCIÓN

El siglo XXI presenta nuevos retos derivados de los fracasos de políticas pasadas, y los grandes cambios en la estructura familiar de la ciudadanía, sumada a una creciente concentración urbana, apuntan a la necesidad de nuevos métodos para atender a viejos problemas; y es por esto que no se puede hacer vivienda sin ciudad ni ciudad sin vivienda¹. La optimización de la eficiencia de un edificio debe estar dada tanto por la eficacia de sus sistemas y envolventes, como por su correcta utilización y ocupación. Nada se consigue si se construyen viviendas energéticamente eficientes pero rígidas y ocupadas ineficientemente. En el concepto de Sociedad se deben considerar como ejes de reflexión tanto la dotación adecuada de espacios para labores productivas y reproductivas, construir un entorno doméstico carente de jerarquías y, sobre todas las cosas, la adaptación de la vivienda a la diversidad de modelos familiares y a la evolución de cada uno de ellos².

OBJETIVO

Puesto que construir es una empresa colectiva que tiene lugar en un contexto social y material determinados, se deben reconocer dos esferas básicas de acción y control en una unidad de vivienda: construir y habitar³. El objetivo de este estudio es el de demostrar la ineficiencia de

¹ MIGNUCCI, A. (2009)

² MONTANER, J. M. et al. (2011)

³ HABRAKEN, N. J. (1962)

los esquemas tradicionales en el proceso de planeamiento, diseño y construcción de un edificio de viviendas, a la vez que proponer un nuevo modelo habitacional que permita flexibilizar la rigidez normativa de los parámetros urbanísticos y legislativos actuales, abogando por un sistema más eficiente de ocupación, lo cual redundará en una optimización de los recursos energéticos tanto en fase de construcción como de utilización de los edificios.

PROBLEMÁTICA SOCIODEMOGRÁFICA

En la actualidad existe una tendencia creciente a nivel mundial de hogares de una sola persona. El incremento de personas viviendo solas está siendo una experiencia social transformadora que cambia la forma de entendernos a las personas y a nuestras relaciones, y transforman la forma en la que construimos nuestras ciudades o desarrollamos nuestras economías⁴. En el año 1980 el número de hogares de un solo miembro representaban en España el 8,5 %, y en 2007 el 17,6 %; mientras que las familias de 5 o más miembros, que en el mismo año eran el 29,1%, en la actualidad son sólo el 7,3 %.

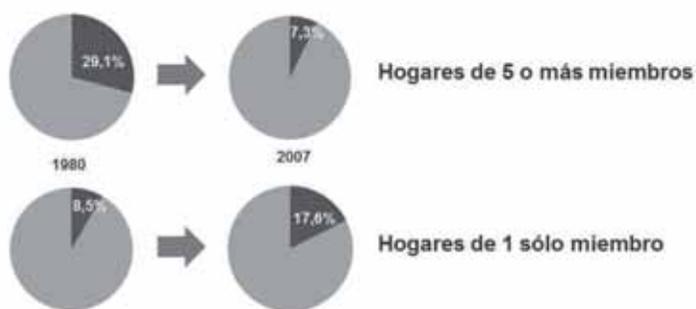


Figura 1. Según datos del INE⁵, se manifiesta una tendencia con marcada preponderancia de hogares con pocos miembros, hecho que se agudizará y generalizará en los próximos años.

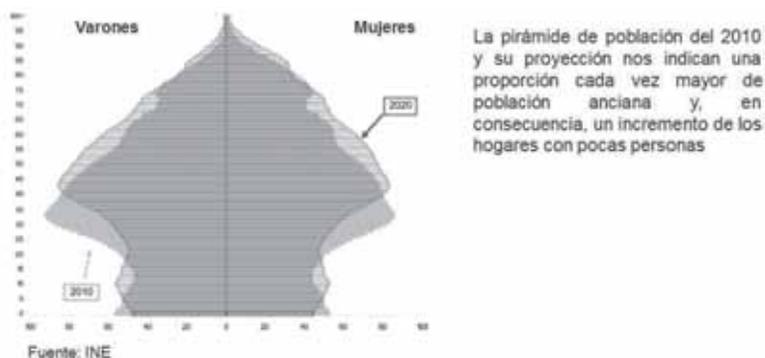


Figura 2. En esta pirámide de 2010 superpuesta con la proyección a 2020 se manifiesta la tendencia demográfica indica un envejecimiento de la población y caída de la natalidad.

Las tendencias demográficas para España no parece que vayan a presentar cambios a este nuevo modelo de familia, pero tampoco en cuanto a la evolución de la pirámide de población, la cual no sólo muestra una figura totalmente regresiva, sino que en corto plazo de 10 años, se perderá el pico de potencial fertilidad que existe en la actualidad en la población de entre 30 y 40 años.

⁴ KLINENBERG, E. (2012)

⁵ Datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) en el conjunto del Estado español.

Por otro lado, las viviendas que se diseñan -por partir de una reglamentación urbana y arquitectónica muy rígida y cerrada perteneciente a modelos de otras épocas- no permiten su adaptabilidad a las necesidades reales de los ocupantes en cada momento, quienes deben habitar un modelo “estándar” de vivienda de dos o tres dormitorios, que es el más promovido en los últimos años. Esto genera que en España haya más de 18.000.000 de habitaciones desocupadas en las viviendas de uso habitual; de las cuales el 70% se ubican en ciudades. Un derroche energético y de mantenimiento de 2.520 millones de euros anuales en su conjunto. Se están habitando modelos de viviendas pensados para hogares de otras épocas.

VIVIENDAS				HOGARES / FAMILIAS			
% (+)	Acumulado	Parcial	Tipología	Composición	Parcial	Acumulado	% (+)
0.5%	76.748	76.748	Estudio	1 persona	2.876.572	2.876.572	20%
3%	422.407	345.659	1 D	2 personas	3.582.177	6.458.749	46%
13%	1.782.933	1.360.526	2 D	3 personas	3.004.375	9.463.124	67%
33%	4.621.059	2.838.126	3 D	4 personas	3.048.274	12.511.398	88%
71%	10.033.649	5.412.590	4 D	5 personas	1.099.963	13.611.361	96%
91%	12.845.139	2.811.490	5 D	6 personas	366.248	13.977.609	99%
100%	14.184.026	1.338.887	Resto	Resto	209.560	14.187.169	100%
		14.184.026	Total	Total	14.187.169		

Figura 3. Según el Censo del INE del año 2001⁶, de las 14 millones de viviendas de uso habitual, sólo el 13 % corresponden a tipologías de tipo estudio, uno o dos dormitorios, mientras que los hogares de una a tres personas alcanzan el 67% del total.

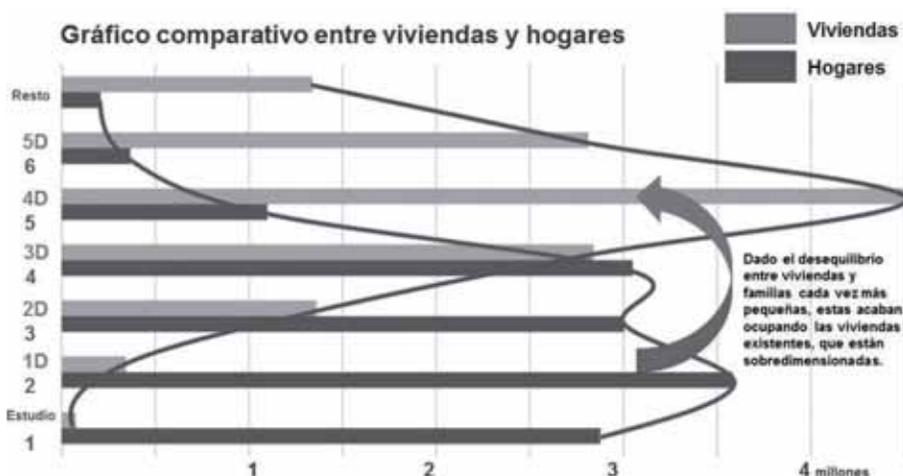


Figura 4. Al cruzar los datos entre las tipologías de viviendas y las familias que las habitan se pone de manifiesto que existen familias ocupando viviendas mucho más grandes que sus necesidades.

A partir de todo lo expresado y de los datos expuestos no tiene por qué concluirse que desde este momento sólo deberían diseñarse y construirse viviendas más pequeñas, sino que puede optarse por la flexibilidad y la adaptabilidad: modelos residenciales abiertos donde los ocupantes puedan decidir cómo habitarlos, qué superficie necesitan en cada momento y qué configuración espacial es la que mejor se adapta a su forma de vida.

⁶ Datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) para el conjunto del Estado español.

SOLUCIÓN PROPUESTA

Cuando se inicia el proceso de reflexión sobre el sistema ACORDE, se plantea un objetivo imprescindible: de debía estudiar la tipología habitacional más frecuente en España, pero modificando el enfoque con el que se había venido afrontando la construcción en nuestro país. Se han padecido décadas de construcción sin tener en cuenta la evolución de los verdaderos protagonistas de una vivienda, que no son otros que las personas que la habitan, construyendo a sus espaldas. Por eso es necesario dar vuelta la ecuación y construir viviendas a la medida de las necesidades de las personas. El sistema propuesto surge como un ejercicio de racionalidad para el futuro de la sociedad mediante una especialización inteligente de un bien conocido: la vivienda, que en la actualidad se diseña bajo el paradigma de la inmovilidad, el cual fue dado por bueno durante décadas, y debe cuestionarse. Las distribuciones actuales de las viviendas son rígidas, dando lugar a que, si en la evolución de la composición de las familias estas crecen o decrecen los espacios se ven sobre o infrautilizados. En las condiciones actuales de normativa y diseño, los espacios sobrantes no pueden alquilarse o venderse de manera independiente.

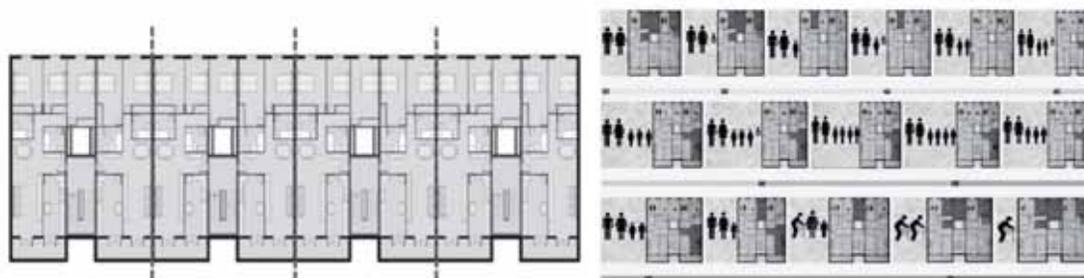


Figura 5. Una tipología estándar de doble orientación con núcleo central que sirve a dos viviendas, generando unas pseudo-medianeras entre las diferentes unidades, el cual no permite variabilidad a lo largo de la vida y evolución de las familias, generando espacios sub o sobre ocupados.

Este proyecto de investigación plantea un nuevo tipo de vivienda que desde su génesis incorpora conceptos de flexibilidad y adaptabilidad, consiguiendo que la vivienda se adapte a la evolución natural de la familia. El proyecto de innovación ACORDE propone una modularidad jurídica y funcional que permita comprar, vender o alquilar lo que realmente se necesite. Optimizando las fases previas de diseño y construcción, la estructura, las instalaciones y las envolventes podrán perdurar a la vez que se mejorará el ciclo de vida de los edificios, alargando la fase de utilización con distribuciones interiores que puedan transformarse en cualquier momento.

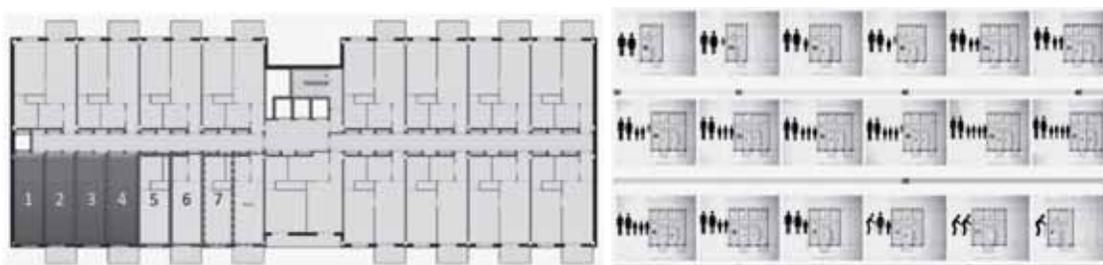


Figura 6. En el esquema propuesto por ACORDE se dispone de con un corredor central que sirve a una serie de módulos jurídicos independientes y agrupable, los cuales permiten una adaptabilidad plena de los espacios a medida que las familias van cambiando.

Se presta especial atención a las zonas comunes de comunicación, a la previsión y escalabilidad de las zonas de instalaciones y a una adecuada estructura diáfana, de manera que tanto los edificios como sus viviendas estén ya preparados para ser modificados y adaptados a los posibles cambios de programa futuros. La agrupación o segregación de módulos jurídicos de forma independiente permite configurar el edificio a medida de las personas que lo habitarán. Un sistema de este tipo permite no sólo un adaptar el tipo de vivienda a la necesidad del usuario al momento de diseñarla, construirla y transmitirla, sino que también el adquirente puede transformar su vivienda a lo largo de su vida útil y de las necesidades reales de su realidad social y familiar. Más aún, puede implicar una mejora económica en un momento determinado de sus vidas, mediante la venta o alquiler parcial de determinados espacios a partir de la posible segregación, a la vez que tendría la posibilidad de ampliar su vivienda mediante la adquisición de espacios a sus colindantes.

Esto requerirá un criterio abierto para el cálculo de densidad habitacional a nivel urbano y territorial, donde no todo deba pensarse “por vivienda”, sino que pueda hacerse por piezas habitables, por módulos residenciales o por m² -mejor aún: “por persona”-. Asimismo, reflexionar sobre la incidencia que esto tiene en factores tales como el cómputo del número plazas aparcamientos vinculados, las superficies destinadas a áreas comunes, las instalaciones (acometidas, contadores, distribución interior, etc.), para que todo se haga realmente colocando a la persona en primer lugar, que es quien realmente habitará los espacios.

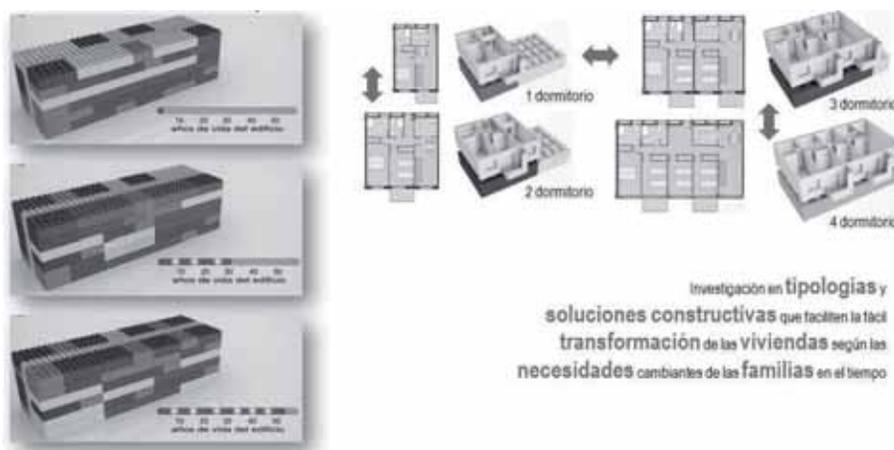


Figura 7. La agrupación o segregación de módulos jurídicos permiten que la configuración espacial de las viviendas sea abierta, tanto al momento de la construcción como durante la vida útil del edificio.

Para que todo esto sea posible deben plantearse unas instalaciones con racionalidad, distribuidas para permitir una rápida y fácil transformación de los espacios interiores; una estructura diáfana y ordenada que facilite cualquier configuración interior; y una envolvente sólida y eficiente que garantice durabilidad, mínimo mantenimiento y óptimo aislamiento. Para poder alcanzar un óptimo consumo energético -casi nulo- deben estudiarse muchos más factores tales como la disposición de fachadas, huecos, orientaciones, espesores de aislamientos, pero sobre todo, las renovaciones de aire. Por ello se ha modelado un primer edificio demostrativo que va a construirse en la Comarca de Pamplona, y se han ensayado diferentes soluciones y alternativas. La eficiencia energética del edificio se sustancia en el seguimiento del protocolo internacional de sostenibilidad Breeam tanto en el diseño como en la elección de materiales y sistemas constructivos. Seguir las pautas de una contrastada guía de diseño permite cuantificar y evaluar

el real alcance de las estrategias de sostenibilidad necesarias. En estas metodologías es necesario desarrollar e implementar a través de una modelación energética o un diseño de ingeniería, un plan de medición y verificación del consumo de energía. Este primer edificio está siendo desarrollado bajo metodología BIM (Building Information Modeling) en su concepción, bajo la plataforma Allplan. Los análisis de eficiencia energética los hemos desarrollado con Energy Plus (v.6), y se ha usado como modelador el programa Design Builder. Las condiciones operacionales (calendarios, temperaturas de consigna alta y baja, ocupaciones sensible y latente, iluminación equipos, ventilaciones de verano e invierno) han sido tomadas de las “Condiciones de aceptación de procedimientos alternativos a Líder y Calener. Anexos) del IDAE.

De estos análisis se puede deducir que las variables de materialidad y espesor de aislamiento de toda la envolvente, tipos de vidrios y sus factores solares, tamaños de huecos, etc, pueden llegar a generar, en el mejor de los casos, unas ventajas equivalentes de entre 10 y 20 Kw/h/m², por año, es decir, entre un 15 y un 30% de mejora. Sin embargo, en cuanto a las renovaciones de aire y las infiltraciones no controladas, el diferencial respecto del punto mínimo normativo puede alcanzar los 30 Kw/h/m², más aún si se colocan sistemas mecánicos de ventilación con recuperación de calor. Esto implica, para las actuaciones en la envolvente, unos 15 € de media por persona/año en el ahorro de la factura energética, y de unos 30 € por persona/año, siempre que la ocupación del edificio sea plena.

CONCLUSIONES

Este sistema no hace más que desmitificar la imperiosa necesidad que en los últimos años se le ha otorgado a la doble orientación y a las ventilaciones cruzadas como paradigma de la sostenibilidad, demostrando que es mucho más eficiente un uso racional de los espacios y unos sistemas tecnológicamente adaptados al usuario, donde se puedan conseguir ahorros energéticos más eficaces y plausibles. Si, además, el edificio construido garantiza la posibilidad de plena ocupación, la incidencia de toda actuación en la envolvente y en los sistemas tendrá una repercusión más directa en los ocupantes, y el retorno económico será más inmediato. Por tanto: el edificio más eficiente será aquel que más se ocupe y mejor se utilice. Pero para ello es necesaria una profunda reflexión tanto en cuanto a las normativas urbanísticas y de propiedad como en los parámetros que se suelen considerar para las certificaciones energéticas.

AGRADECIMIENTOS

Al CDTI, al Gobierno de Navarra, a ACR Grupo, a la ingeniería GE& Asociados, al despacho jurídico Cañas abogados y a Aurea Consulting.

BIBLIOGRAFÍA

HABRAKEN, J. (2000): “El diseño de Soportes”. Gustavo Gili reprints. Barcelona (primera edición en holandés, 1962)

KLINENBERG, E. (2012): “Going solo, the extraordinary rise and surprising appeal of living alone”. The Penguin Press. New York.

MIGNUCCI, A. y HABRAKEN, N. J. (2009): “Soportes: Vivienda y Ciudad / Supports: Housing and City”. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.

MONTANER, J.M., MUXÍ, Z. Y FALAGÁN, D.H. (2011): “Herramientas para habitar el presente, la vivienda del siglo XXI”. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.

Nueva sede de instalaciones Fojansa

Juan Beldarrain Santos. Estudio de arquitectura Beldarrain

Resumen: La reciente construcción de un nuevo edificio de oficinas para su sede, ha permitido a la empresa instalaciones Fojansa apostar por la investigación en el campo de la sostenibilidad. De la mano del estudio de arquitectura beldarrain se proyectó un edificio con alto nivel de eficiencia energética, cuya singular fachada está siendo objeto de estudio e investigación. Una celosía trenzada de tubos de polietileno envuelve el edificio constituyendo un eficaz colector solar, intercambiador de energía y elemento de sombreado al mismo tiempo.

El funcionamiento energético de la mencionada celosía está siendo objeto de estudio para su optimización y para extraer enseñanzas de este singular experimento que nos permitan comprender su comportamiento real y descubrir con ello nuevas posibilidades de diseño.

Área temática: arquitectura y urbanismo en el diseño de EECN

Palabras clave: innovación, investigación, integración, arquitectura, piel.

1. TEXTO PRINCIPAL

INTRODUCCIÓN

Fojansa es una compañía con más de 15 años de experiencia en instalaciones de fontanería, calefacción y sistemas de climatización, que está haciendo una fuerte apuesta por la investigación en el campo de las energías renovables. Para diseñar sus oficinas ha contado con el estudio beldarrain, experto en arquitectura sostenible, con la intención de que la nueva imagen de la empresa transmita, por una parte su voluntad de innovación, y por otra su preocupación medioambiental. Para ello se acude a una estrategia de edificación nítida y rotunda, cuya potencia a nivel de imagen es indudable a pesar de acudir a materiales muy económicos.

Un nuevo cuerpo de oficinas, de forma aparentemente elíptica, se construyó empotrado en la vieja nave, asomándose al frente de la calle tanto como la ordenanza lo permite. Con ello, el nuevo cuerpo se convierte en protagonista de la nueva imagen de la empresa en el polígono. Una gruesa piel de tubos de polietileno negro trenzados entre sí, como si de un cesto de mimbre se tratara, dota al nuevo cuerpo de oficinas de un carácter objetual y abstracto en contraste con la vieja nave. Su forma redondeada evoca, quizás, formas orgánicas, más que arquitectónicas, singularizando la propuesta y con ello destacando en el paisaje del polígono industrial. La mencionada piel de mangueras trenzadas forma una tupida celosía que protege los paños de vidrio del sol de verano.

Pero esta gruesa piel, que reclama la atención de los viandantes convierte al propio edificio en un objeto de investigación en el campo de las energías renovables y de la eficiencia energética. Constituye un singular colector solar e intercambiador de energía, que combinado con un colector geotérmico de 8 pozos pretende reducir a mínimos el consumo energético del edificio. Con la incorporación al proyecto de paneles fotovoltaicos sobre la cubierta de las naves existentes se consigue un edificio con saldo energético positivo.



Figura 1. El proyecto de reforma de la nave recién adquirida, interviene sobre una pequeña parte de la edificación actual. Sin embargo es evidente que lo hace sobre la única parte visible desde la calle.

OBJETIVO

Tres son los objetivos principales de esta investigación:

-En primer lugar, evaluar si es posible utilizar la fachada que hace de segunda piel para mitigar la temperatura del aire que incide sobre la fachada principal. Es decir, crear un microclima intermedio entre el interior y el exterior, y estimar el ahorro energético que de ello se puede deducir.

El agua glicolada se calentará gracias a la radiación solar de manera que se instalaran los tubos de un color lo más oscuro posible para favorecer la absorción de la radiación de onda corta. De igual manera cuando estemos en la temporada estival, la fachada, segunda piel absorberá gran parte de la radiación solar, haciendo que las ganancias por radiación de onda corta disminuyan.

Con este primer concepto y esperando que la fase experimental funcione, intentaremos disminuir tanto las pérdidas en invierno como las ganancias en verano, con lo cual el consumo energético bajará considerablemente y en consecuencia las emisiones de CO2 también.

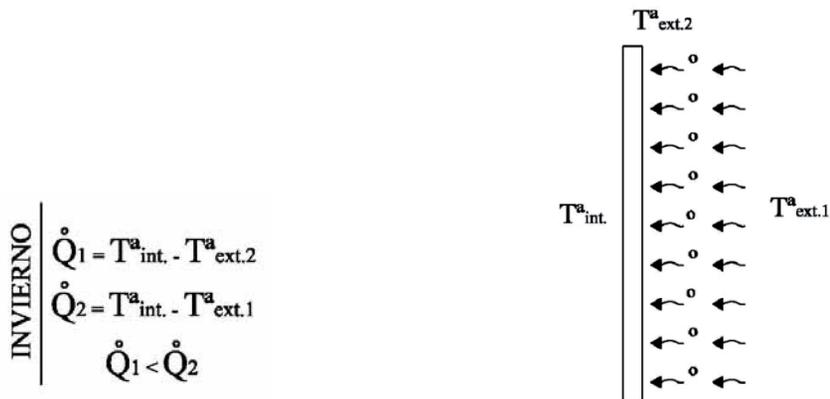


Figura 2. La piel de tubos de polietileno trenzados permite reducir el salto térmico entre el exterior y el interior reduciendo las pérdidas a través de la fachada acristalada.

-En segundo lugar, evaluar la utilización del circuito hidráulico que constituye nuestra fachada exterior para captar y disipar calor según las diferentes épocas del año y aumentar el rendimiento energético de la bomba de calor agua-agua en combinación con la geotermia. La máquina seleccionada tiene unos elevados valores de eficiencia energética en cargas parciales gracias a la optimización de los intercambiadores de calor.



Figura 3. El trenzado de las tuberías de polietileno ayuda a controlar las dilataciones propias del material permitiendo que se dilate en el plano horizontal.

-El tercer objetivo, es evaluar el aprovechamiento de la radiación solar captada a través de la fachada, y almacenada en un depósito de agua caliente para el calentamiento por suelo radiante de las oficinas.

DATOS Y RESULTADOS

Teniendo en cuenta que el edificio está ubicado en Vitoria-Gasteiz, con un clima de inviernos fríos y húmedos y veranos frescos, se ha pensado en un sistema de suelo radiante y refrescante, para trabajar a temperaturas lo más bajas posibles, entre 35 y 40° C, de manera que optimicemos al máximo tanto la fachada como la geotermia, constituida por 8 pozos con doble sonda y 100 m de profundidad.

Para la distribución de frío se ha optado por una climatizadora y un suelo refrescante, que trabajara siempre con temperaturas superiores a la temperatura del rocío, para evitar condensaciones en la superficie de los suelos. Además, se tienen unas condiciones climáticas que nos van a permitir en muchas ocasiones efectuar un enfriamiento gratuito o free cooling aumentando enormemente la eficiencia de nuestro edificio.



Figura 4. El porche que se genera en planta baja, permite tener un parking a la sombra, lo que genera de manera pasiva un ahorro energético.

El edificio también cuenta con un campo de captación fotovoltaica de 100kw en la cubierta de la nave existente, que permite generar energía suficiente para el consumo del edificio y para su cesión a la red.



Figura 5. La piel de tuberías de polietileno se separa más a la altura de los ojos para mejorar la relación de los usuarios con el exterior.

A día de hoy los resultados de consumo obtenidos de la instalación del todo el edificio son los siguientes:

- consumo eléctrico de oficinas y taller en un año = 44.229 kw

de los cuales :

- consumo eléctrico de la bomba de calor en 1 año de funcionamiento (frio y calor) = 11.040 kw

- consumo eléctrico en alumbrado y fuerza = 33.189 kw

Los resultados obtenidos de la bomba de calor y de la instalación fotovoltaica son los siguientes:

- potencia térmica producida por la bomba de calor (en frio y en calor) en un año de funcionamiento = 42.800 kw

- energía producida por las placas fotovoltaicas en 6 meses de funcionamiento = 53.165 kw

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

De los anteriores resultados se extrae que en el primer año de vida del edificio,

- el rendimiento estacional obtenido de la bomba de calor es de 3,87 (42.800 kw/11.040kw)
- el consumo total del edificio en un año es de -8.936 kw (44.229kw – 53.165kw)

Por lo que el saldo energético del edificio es muy positivo, y se consigue reducir notablemente las emisiones de CO2 a la atmósfera.

CONCLUSIONES

No cabe duda de que una de las asignaturas pendientes de buena parte de la arquitectura que identificamos como “sostenible” es la integración de todos esos elementos e instalaciones de nueva generación en una arquitectura que evoluciona lentamente incorporándolos a menudo con torpeza. El proyecto de las nuevas oficinas para Fojansa pretende, movidos por la ilusión de los socios de la empresa, y con la inestimable ayuda de sus técnicos y de la ingeniería IDZ, investigar también en la fusión, e incluso confusión, entre instalaciones y arquitectura.



Figura 6. *En el proyecto se ha buscado integrar las medidas sostenibles en la arquitectura, una de las asignaturas pendientes de la arquitectura sostenible de hoy en día.*

La gestión de diseño del Edificio de Energía Casi Nula

Almudena Génova Fuster. Arquitecta y LEED AP. Design Manager - Bovis Lend Lease.

Resumen: La transposición de la Directiva EPBD 2010 en la normativa española significará unas nuevas exigencias de la edificación, convirtiendo en obligatorias las medidas para la Alta Eficiencia Energética. Pero como objetivo del proyecto, ya existe la demanda por parte de los promotores de una mejora de las condiciones de consumo de energía de sus edificios, especialmente en los casos de uso propio, como por ejemplo las Sedes Corporativas. Por tanto **creemos que la nueva normativa debe explicarse más como una oportunidad para el promotor que como una obligación más.** En base a nuestra experiencia sabemos que el objetivo energético afecta de forma transversal a todos los otros objetivos principales, por lo que debe considerarse de carácter estratégico. Por este motivo, para la obtención de un resultado óptimo del proyecto, debe perseguirse desde el inicio del proceso de diseño completo. Para convertir este riesgo en oportunidad, es necesario contar con un asesoramiento experto desde el inicio del proceso, que establecerá la adecuada estrategia de gestión de Eficiencia Energética de la Edificación.

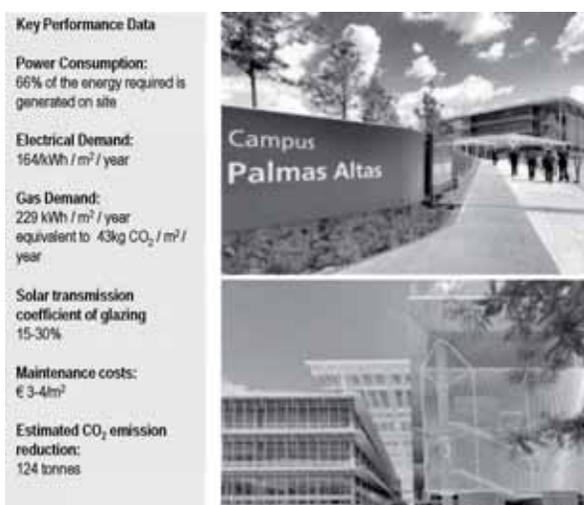
La comunicación propuesta pretende dar a conocer una metodología de trabajo utilizada en Bovis Lend Lease para el control de todos los elementos implicados, con la visión de la Eficiencia Energética en la Edificación desde el proceso de Gestión, enfocada más hacia CÓMO conseguir el objetivo que hacia la definición de éste, y estructurada en base al desarrollo temporal del mismo.

Área temática: Arquitectura y Urbanismo en el diseño del EECN.

Palabras clave: Project Management, Eficiencia, Energía, Estrategia.

1. INTRODUCCIÓN

En la experiencia de Bovis Lend Lease con clientes de diferentes perfiles se ha detectado la creciente conciencia del promotor sobre la importancia que tiene el consumo energético de su edificio, especialmente cuando éste es para uso propio. Son buenos ejemplos recientes en España de este caso las Sedes corporativas de Telefónica y Abengoa, ambas operativas, Repsol y Banco Popular, en ejecución, y la más reciente, actualmente en proceso de redacción del proyecto técnico.



En todos estos proyectos, el horizonte

Figura 1. Campus Palmas Altas, Sede de Abengoa. Sevilla.

de un edificio EECN es un ideal técnico-económico muy deseable, pero siempre de forma coherente con el resto de condicionantes del proyecto. Los objetivos energéticos del proyecto han tenido que incorporarse en los últimos años al clásico trío (Coste, Plazo, Calidad) que configura la base teórica del Project Management.

Aunque en un análisis superficial **el objetivo energético** parecería quedar correctamente englobado dentro de los objetivos de calidad, sin embargo vemos que en realidad **afecta de forma transversal a todos los objetivos principales del proyecto**. En nuestra experiencia hemos visto como la concepción del edificio de Alta Eficiencia Energética afecta a la funcionalidad, al coste de construcción, de operación y de mantenimiento, a la solución volumétrica, al sistema de financiación, a todos los contratos de obra y servicios relacionados, a las relaciones con las administraciones públicas, al marketing, al bienestar de los empleados...

La transposición de la Directiva EPBD 2010 en la normativa española, que será un caso particular dentro de los edificios de Alta Eficiencia, **debe entenderse más como una oportunidad para el promotor que como una obligación más**, especialmente en los casos de uso propio, como por ejemplo las Sedes Corporativas. La exigencia real de las propiedades no sólo es que el proyecto cumpla teóricamente con la normativa en vigor, sino que como resultado de esto, los consumos energéticos de operación sean menores.

Uno de los mayores obstáculos para la implantación voluntaria de las medidas de Eficiencia Energética en Edificación (EEE) está en **la incertidumbre que se genera en los inversores con respecto a los beneficios a obtener**. Para superar esta circunstancia es necesario contar con un asesoramiento experto desde el inicio del proceso, que **establecerá la adecuada Estrategia de Gestión**, e incorporará el objetivo del EECN dentro de la estrategia global del proyecto.

La Gestión del Diseño es una de las funciones que se realizan por Bovis Lend Lease dentro de la Gestión Integrada de Proyecto (Project Management). Su objeto principal es asegurar que el diseño cumple con las necesidades y objetivos del cliente, y entre ellos los de EEE.



Figura 2. Gestión de la Eficiencia Energética en la Gestión de Diseño. Bovis Lend Lease.

2. OBJETIVO

Dado que el trabajo del Gerente de Diseño debe dirigirse más a la obtención del objetivo energético más que a la definición de éste, trataremos en este escrito de transmitir la visión de la Eficiencia Energética en la Edificación desde el proceso de Gestión, enfocado más al **CÓMO**

que al QUÉ. Del mismo modo que se sigue una metodología de trabajo para el control de los objetivos de coste, plazo y calidad, y al igual que han evolucionado otros objetivos concretos como Seguridad y Salud, la gestión de EECN necesita de procedimientos de trabajo que garanticen el éxito del proceso.

Por tanto **nos centraremos en la metodología del trabajo de gestión necesario**. Siendo conscientes de que la casuística es casi infinita, y al igual que ocurre con cualquier otra variable en un proyecto de esta complejidad, sin embargo es posible establecer unos elementos fijos en el esquema de control que nos permitan conocer el estado del objetivo de EECN durante el proceso de proyecto completo.

3. LA ESTRATEGIA DE GESTIÓN DEL EECN.

La decisión de acometer un proyecto de edificación de Alta Eficiencia energética tiene un carácter estratégico. Es importante señalarlo ya que hasta el momento, en demasiadas ocasiones se ha considerado este aspecto del edificio como “complementario” o como una “mejora de calidad” de las características y prestaciones del edificio. Sin embargo, vemos que el alcance de esta decisión es tan amplio y su envergadura económica tan importante que de ella puede depender, incluso, la viabilidad de la operación completa en estudio. El caso de las Sedes corporativas, como ya hemos comentado, es muy ilustrativo ya que las grandes empresas son muy conscientes del impacto económico que el coste energético tiene en sus costes globales de operación. Tengamos en cuenta el hecho de que con los precios actuales de la energía, **el consumo de energía en edificios de oficinas puede suponer del 1,5 al 2,5% del PEM cada año.**



Figura 3. Comparativa del consumo energético final en el parque de edificios empresariales. Fuente FENERCOM.

La Estrategia del proyecto englobará sus objetivos principales, las relaciones entre ellos y las acciones previstas para alcanzarlos. Desde este punto de vista, cada nuevo proyecto debe leerse desde sus inicios como un conjunto de necesidades y objetivos más la suma de **sus circunstancias particulares, que en el caso del EECN incluirán de forma determinante: la ubicación geográfica, el clima local, las condiciones urbanísticas, la topografía, la forma de la parcela, los condicionantes funcionales, económicos, corporativos, etc.** Es decir, una compleja red de relaciones que debe ser comprendida en profundidad antes de buscar la solución óptima.

Para la Planificación Estratégica del proyecto de Alta Eficiencia Energética será necesario:

- Establecimiento de un objetivo energético concreto.
- Prioridades globales del proyecto y ponderación de la importancia del objetivo energético dentro de ellas.
- Análisis de sensibilidad y escenarios posibles del proyecto frente a las variables que afectan a la EEE: un ejemplo claro es la variable “coste de energía” cuyo incremento en el medio plazo puede alterar sustancialmente el resultado de los estudios de viabilidad.
- Valoración conceptual y toma de decisiones de las opciones de acción: control de la demanda, producción de energías renovables, obtención de subvenciones estatales, modelo de financiación, etc.
- Establecimiento de Estrategia Operativa para el control y seguimiento del objetivo durante el proceso.

Ninguna medida concreta para EEE tiene un carácter universal y puede aplicarse de forma indiscriminada en cualquier tipología de proyecto. En este sentido, los sondeos de “benchmarking” cada vez más demandados, deben ser tratados con mucho cuidado y ponderarse de forma estricta. Sin embargo, sí hay una serie de **principios fundamentales** que estarán en el núcleo de la estrategia del proyecto, que enumeramos:

- **Las decisiones más tempranas y conceptuales del proyecto son las más eficaces.** Se debe evitar en lo posible afrontar el objetivo en etapas avanzadas lo que dará lugar a la necesidad de establecer medidas correctoras, desestabilizadoras del coste, de la calidad y del plazo. Los análisis deberán ser de tipo predictivo prioritariamente al análisis de resultados.
- Del mismo modo que se revisan otros objetivos del proyecto, es importante realizar una **revisión frecuente y pautada de las decisiones**, en particular con respecto a los factores críticos detectados (coste de la energía, sistemas y tecnologías a implementar, etc.).
- Numerosos estudios económicos sobre viabilidad económica de la edificación de Alta Eficiencia Energética refuerzan el **concepto de Trias Energética, que propone priorizar las medidas encaminadas al control de la demanda, en base a su demostrada eficacia y rentabilidad.** Para obtener resultados óptimos, la estrategia debe implantarse en la fase conceptual del proyecto, afectando a decisiones sobre la ubicación del nuevo edificio, su concepto arquitectónico, etc. Pero sea cual sea el estadio en que se implemente la Estrategia de Gestión, este concepto debe formar SIEMPRE parte de la misma.



Figura 4. Representación del concepto de Trias Energética.

4. EL PROCESO DE GESTIÓN DEL EECN.

El proceso de Gestión del EECN debe necesariamente acompañarse con la gestión general del proyecto. Se debe contar con un asesoramiento específico en gestión de EEE desde el inicio, ya que sus implicaciones exceden las que pueden afrontarse desde el proyecto técnico. Cuenta por tanto con una primera parte, la más importante, de conceptualización, que engloba la totalidad del proyecto de inversión, una segunda parte que corresponde a la elaboración y desarrollo del proyecto arquitectónico y técnico, y la etapa de construcción, y una última parte, fundamental, de puesta en marcha y operación del edificio.

En base a la tipología de edificio y su uso principal se establecerán las acciones de control necesarias para la obtención del objetivo energético. De forma meramente orientativa y no exhaustiva aportamos una tabla en la que se indica una propuesta concreta de acciones de control y gestión durante el proceso completo de Proyecto:

Tabla I. Acciones de Control de Eficiencia Energética.

FASE	CONTROL DE DEMANDA	CONTROL DE EFICIENCIA SISTEMAS
DEFINICION PROYECTO INVERSION	Estudios de viabilidad económica: inversiones / retornos. Establecimiento de Objetivos energéticos. Incorporación al Plan de Necesidades.	
CONTRATOS DE ASISTENCIA TÉCNICA Y DISEÑO	Incorporación de criterios en Pliegos para Concursos y Licitaciones. Selección de perfiles adecuados. Revisión contratos incorporando alcances de análisis energéticos y objetivos energéticos comprometidos.	
E. PREVIOS	Orientación del edificio. Factor de forma. Iluminación natural.	No relevante en este estadio.
ANTEPROYECTO	Modelización energética de DEMANDA. Control de Diseño de Huecos: control solar e iluminación natural. Control de definición de fachadas de acuerdo a su orientación.	Frío-Calor: Selección de sistemas a estudiar. Valoración cualitativa pros y contras. Iluminación: Selección de sistemas a implementar. Localización Ayudas y Subvenciones.
PROYECTO BÁSICO	Modelización energética de DEMANDA. Definición parámetros Envolvente. Control de Diseño de Huecos: control solar e iluminación natural. Control presupuestario: comparación estándar de coste.	Frío-Calor: viabilidad técnico-económica sistemas en estudio. Impacto en inversión. Iluminación: Viabilidad técnico-económica. Impacto en inversión. Análisis y programación de Ayudas y Subvenciones.
PROYECTO DE EJECUCIÓN	Supervisión de diseño constructivo. Justificación técnica de cumplimiento de parámetros establecidos. Control de puentes térmicos. Presupuesto detallado.	Frío-Calor: definición y en detalle. Control y regulación. Iluminación: definición en detalle. Control y regulación. Presupuesto detallado. Gestión Ayudas y Subvenciones.
SUPERVISIÓN DE MODELIZACION Y CALIFICACIÓN ENERGÉTICA.		

LICITACION OBRAS	Selección de licitadores adecuados. Revisión contratos incorporando alcances de análisis energéticos y objetivos energéticos comprometidos.	
EJECUCIÓN OBRAS	Supervisión de contrataciones y ejecución de acuerdo a proyecto. Control de especificaciones de materiales y sistemas. Control de puentes térmicos constructivos. Control de cambios de proyecto. Definición de Protocolo de Medida y Verificación. Gestión de Commissioning.	Frío-Calor: Supervisión de contrataciones y ejecución de acuerdo a proyecto. Iluminación: Supervisión de contrataciones y ejecución de acuerdo a proyecto. Control de cambios de proyecto. Gestión de Commissioning. Gestión Ayudas y Subvenciones.
	SOLO EN CASO DE CAMBIOS DE DISEÑO: SUPERVISION DE MODELIZACION Y, CALIFICACIÓN ENERGÉTICA.	
PUESTA EN MARCHA	Gestión de Commissioning y Programa de Puesta en Marcha	
OPERACIÓN	Gestión de los Protocolos de Medida y Verificación, Plan de Mantenimiento y seguimiento de resultados.	

5. CONCLUSIONES

Probablemente la conclusión más importante de nuestra experiencia con Sedes corporativas de Alta Eficiencia Energética sea **el carácter estratégico que tiene este objetivo dentro de los objetivos globales del mismo**. Afecta al coste y la calidad, de forma evidente, por lo que debe estar controlado en todas las fases del mismo. De ahí la necesidad de conceder una atención adecuada a este objetivo desde el inicio del proceso.

Asimismo resulta de enorme importancia el **carácter predictivo del control del proyecto**, en lugar del análisis correctivo que suele emplearse en la aplicación de las normativas. Las medidas correctivas suelen afectar de forma importante al resto de objetivos del proyecto sin aportar un valor proporcional a su coste. En este sentido es importante señalar que no es posible el control predictivo sin contar con el asesoramiento de profesionales de la gestión de edificios que conozcan en profundidad las herramientas de control, tanto como las implicaciones técnicas y contractuales durante todo el proceso.

6. REFERENCIAS

- C. PETERSDORFF Y T. BOERMANS (2005) “Sensitivity Analysis of Cost Effective Climate Protection in the EU Building Stock”
- ASOCIACIÓN A3e (2011) “Estudio sobre el Mercado de la Eficiencia Energética en España”
- FENERCOM (2009) “Guía de Auditorías Energéticas en Edificios de Oficinas en la Comunidad de Madrid”
- FUNDACION ENTORNO (2009) “Análisis de la viabilidad económica de la edificación energéticamente eficiente”
- CLIMATE STRATEGY & PARTNERS (2010) “Financiación de mejoras energéticas en edificios”.

De la Antártida a la ciudad sostenible. Estación antártica de investigación Princess Elisabeth

C. Caballero, A. Vigily J. Benloch. Universidad Politécnica de Valencia

Resumen: Rehabilitación energética de edificios y barrios, modelos de planeamiento urbano sostenible y hábitats auto generadores de su propia energía limpia, podrían llevarnos a un nuevo modo de habitar nuestras ciudades de manera respetuosa con el medio ambiente. El reciclaje de arquitecturas ha sido una práctica generalizada a lo largo de la historia, si bien ahora está en alza junto con diseños bioclimáticos, un concepto relativamente nuevo pero presente en la arquitectura vernácula. A nivel urbano Sybiocity representa la mejor iniciativa sostenible actual, y a nivel habitacional lo representa la estación de investigación belga Princess Elisabeth (PEA), objeto de esta comunicación, la única base antártica “cero emisiones de CO₂”. Si ésta, ubicada en la Antártida, en condiciones climatológicas hostiles, ha conseguido ser completamente sostenible, en climas menos extremos también podría llevarse a cabo un edificio de energía casi nula o nula. En ella se combinan criterios constructivos energéticos pasivos (diseño) y activos (producción de energía, almacenamiento y demanda), diseñada exclusivamente para cubrir las necesidades de los usuarios y los requisitos de las soluciones de ingeniería aplicadas, entre ellas la aeroespacial.

Área temática: Arquitectura y Urbanismo en el diseño del EECN.

Palabras clave: Energía, impacto ambiental, sostenibilidad, Princess Elisabeth Station.

INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos las prácticas tradicionales arquitectónicas como el reciclaje de materiales constructivos y el diseño bioclimático están recuperando la importancia que tuvieron en épocas pasadas, convirtiéndose en factores imprescindibles para el desarrollo sostenible de nuestras edificaciones. Si los recuperáramos y combináramos con morfologías urbanas sostenibles, con la rehabilitación de edificios y barrios y con la alta tecnología en eficiencia energética, no cabe duda que nuestras ciudades serían más sostenibles, necesidad fundamental para habitar, sobre todo, las grandes urbes de este planeta.

A nivel urbano ya se han aplicado criterios de eficiencia energética y sostenibilidad en intervenciones desarrolladas por iniciativas como Symbiocity, entre otras, o como unidad elemental en la estación antártica de investigación Princess Elisabeth (PEA), lo que demuestra que es posible realizar y habitar edificios energéticamente autosuficientes y generadores de energía limpia, aportando a nivel tecnológico, sociológico, ecológico y económico, un nuevo modo de habitar, que todavía no hemos aplicado en nuestras ciudades, contaminantes y grandes consumidoras de energía. (WONG, D.Y.K., 2003)

PRINCESS ELISABETH STATION



Figura 1. (René Robert - International Polar Foundation). *Ubicación en la Antártida en las coordenadas 71° 57' S-23° 20' E y vista de la PEA.*

El mejor ejemplo de que esto es posible es la PEA, el único hábitat y la única estación antártica libre de emisiones de CO₂, completamente auto-sostenible energéticamente. Si una construcción puede ser autosuficiente y no contaminante en uno de los lugares más inhóspitos del planeta, con condiciones climatológicas tan difíciles, ¿no es posible conseguirlo en otros lugares del planeta con climas más amables?

Se trata de aprovechar al máximo recursos y energía. La PEA, para reducir el impacto ambiental en el delicado entorno de la Antártida, está abastecida con fuentes de energía renovables (solar y térmica): aerogeneradores y paneles fotovoltaicos producen toda la electricidad. Los paneles de energía solar térmica además sirven para fundir la nieve y proporcionar agua.

Esta es la primera estación de estas características ya que la mayoría de ellas suele utilizar generadores diesel. En lo referente a su construcción sigue criterios de diseño pasivos y activos. Pasivos: diseño bioclimático, envolvente aerodinámica, buen aislamiento térmico y materiales respetuosos con el medio ambiente. Activos: uso de energías limpias para su funcionamiento (turbinas de viento y paneles solares), gestión y ahorro de energía, y gestión y reciclaje de residuos.

El gobierno belga encargó al International Polar Foundation (IPF) para diseñar y construir una estación de investigación antártica, mediante la colaboración pública y privada. El proyecto fue financiado, diseñado y construido bajo el amparo exclusivamente de la IPF, una fundación de utilidad pública que *“tiene la función de promover la investigación en las regiones polares como herramienta para el aumento de la conciencia y la difusión y comprensión de los mecanismos fundamentales de nuestro clima”*. En la estación antártica veinte científicos pueden realizar investigaciones sin contribuir al calentamiento global mientras se realizan las investigaciones sobre éste, sobre los fenómenos gravitatorios o sobre la diversidad de los microorganismos existentes en la Antártida. Su construcción fue encomendada en 2004, y en 2009 ya era oficialmente la primera estación de investigación completamente neutra en emisiones de carbono. (INTERNATIONAL POLAR FOUNDATION, 2011)

CERO EMISIONES DE CARBONO



Figura 2. (René Robert - International Polar Foundation). *Energía eólica en la PEA.*

Energías renovables

La instalación de energía solar cuenta con un total de 408 paneles fotovoltaicos anclados a las paredes y el techo de la estructura, más de 370 metros cuadrados de captación. La mayoría de estos paneles están posicionados en la cara norte (la Antártida está en el hemisferio sur y para aprovechar al máximo la energía deben colocarse con orientación norte), aunque también hay algunos en otras direcciones para “aprovechar el sol a distintas horas”.

El sistema eólico consta de nueve turbinas de nueve metros de altura capaces de generar un total de 54kW de electricidad. Cada molino consta de tres hélices fabricadas en un material termoplástico flexible y con un sistema de motores auto-regulables que se orientan independientemente para aprovechar al máximo los vientos antárticos.

Mientras que la energía eólica se utiliza exclusivamente para la producción de electricidad, los paneles solares generarán tanto electricidad como agua caliente gracias a los paneles termosolares, que además funden la nieve para proporcionar agua. (INTERNATIONAL POLAR FOUNDATION, 2008)

La PEA consta de un sistema de reciclaje del 100% de las aguas residuales de las que consiguen reutilizar el 75%. El proceso consta de varios métodos de purificación: por un lado un sistema

de microorganismos y un centro de descomposición aeróbica (en presencia de oxígeno), por otro, un tratamiento mediante químicos y la deposición de materiales imposibles de descomponer, como los metales pesados.

El agua puede ser reciclada hasta cinco veces, en función del número de personas que ocupen la estación. Una vez finalizado el tratamiento, parte del agua reciclada debe ser evacuada a través de una grieta debajo del edificio. Este punto resulta sumamente importante para garantizar que las aguas antárticas no resulten contaminadas. (INTERNATIONAL POLAR FOUNDATION, 2008)

Diseño bioclimático de la envolvente



Figura 1. (René Robert - International Polar Foundation). *Vista de la PEA. Envolvente aerodinámica.*

El interior de la estación está a una temperatura mucho más alta que la del exterior. La estructura ha sido diseñada para minimizar el gasto de energía necesario de forma pasiva. Su orientación, la disposición de las ventanas o la propia forma son algunas de estas medidas arquitectónicas eficientes. Además, el estación tiene un sistema control inteligente de gestión de energía, manejado por una unidad central automática que asegura el mínimo consumo de recursos. Este método permite priorizar el gasto de energía entre las distintas estancias y aparatos de la base, según su prioridad. Si en un momento determinado la demanda de energía excede de la disponible, el sistema prioriza el suministro de energía a aquellas actividades prioritarias, y el resto deben esperar. Excepto en situaciones de emergencia. (INTERNATIONAL POLAR FOUNDATION, 2008)

La forma del edificio es aerodinámica, para que la nieve, el hielo y el viento provoquen el menor efecto posible sobre la estructura. Además este diseño implica seguridad, fácil mantenimiento y accesibilidad. La estación está a 2m sobre el nivel del terreno de granito. La envolvente del edificio se ha diseñado para hacer frente a las condiciones de clima extremo de la Antártida. Las temperaturas varían de los -50°C a los -5°C . La velocidad mensual media del viento es de 20km/h, con vientos que pueden llegar a soplar hasta 250km/h y que vienen por el sureste. La presión atmosférica media mensual es de 830hPa. Hay nevadas variables y 24h de luz diurna en total durante 100 días de los 120 días del verano austral.

El edificio se debía situar a cierta altura del suelo por las nevadas y el hielo, pero por otra parte existe un viento muy potente que podía levantar el edificio, por ello se ancló a la cimentación de granito con 34 pilares, con longitudes que varían de los 2 a los 6m, dependiendo de su situación.

Los pilares están anclados a 6 m de profundidad en unas perforaciones en la base de granito. Una vez instalada la estructura, se rellenó el hueco de las perforaciones que queda entre la base y el pilar con una resina que se endurece cuando se calienta. Para ello se hizo circular agua caliente a través del hueco de los postes de anclaje durante unos días.

La principal capa aislante de la estación antártica es de 40cm de grosor, hecha con poliestireno de baja densidad con una capa grafito. El grafito también se emplea como aislante electromagnético. Cada panel prefabricado del cerramiento está compuesto por 9 capas de diferentes materiales, con un espesor total de 60cm. Su peso varía entre los 600 y los 800 kg. Se puso otra capa de pegamento-silicona (para sellar los paneles entre ellos), resistente a la radiación ultravioleta y de elasticidad prolongada.

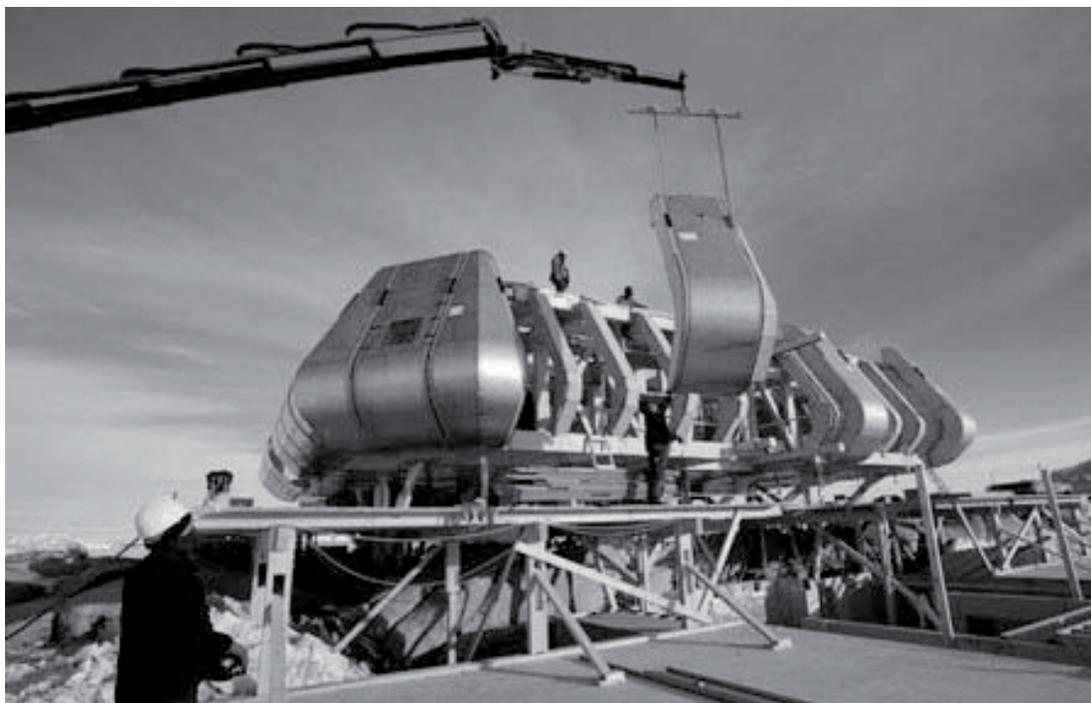


Figura 2. (René Robert - International Polar Foundation). *Construcción de la PEA.*

La estructura de madera de los paneles puede soportar vientos de hasta 300 km/h. El suelo está hecho de 1668 paneles con 40 formas distintas. Cada panel tiene aproximadamente 7m² de área y pesa 500 kg. Son paneles prefabricados, diseñados para que encajen como un puzle. Y transportados en contenedores hasta la Antártida.

Las ventanas tienen dos hojas de vidrio doble (cada hoja). Separadas por una cámara de 400 mm que contiene un filtro solar. La capa de cristal en contacto con el exterior está reforzada con una tercera capa de vidrio blindado, lo que significa que puede hacer frente a temperaturas de hasta menos 71°C y vientos de hasta 280km/h. La presión del aire de la cámara puede ajustarse mediante una válvula, de forma que las ventanas forman parte del sistema de control de temperatura del interior del edificio. (INTERNATIONAL POLAR FOUNDATION, 2008a)

CONCLUSIONES

En Europa los edificios consumen el 40% de toda la energía producida y son responsables del 36% de emisiones de CO₂. La población mundial aumenta, y con ella la demanda energética. Los beneficios que supondría la aplicación de los criterios aplicados en estaciones de investigación o simuladores en la Antártida, nos permitiría habitar nuestras ciudades de forma más sostenible mediante edificios energéticamente autónomos y no contaminantes, que combinado con modelos de gestión energética y urbana podrían dar lugar a ciudades verdaderamente sostenibles. Proyectar una arquitectura extremadamente eficiente en aspectos como materiales estructurales, cerramientos, optimización del espacio, y reciclaje de residuos. (EUROPEAN COMMISSION, 2010; YANNAS, S., 2003)

Sigamos el ejemplo de la PEA: un sistema de tratamiento de aguas que permita la reutilización en un 75%, un sistema eléctrico basado en energías renovables y un diseño basado en la eficiencia energética, que hacen que esta base antártica sea el primer centro de investigación de emisiones cero en las regiones polares.

BIBLIOGRAFÍA

EUROPEAN COMMISSION (2010). *“Energy Efficiency in Buildings”*.

INTERNATIONAL POLAR FOUNDATION (2008). *“The technical side of the Princess Elisabeth Station”*

INTERNATIONAL POLAR FOUNDATION (2008a). *“The Station: from the inside out!”*.

INTERNATIONAL POLAR FOUNDATION (2011). *“Princess Elisabeth Antarctica. The First Zero Emission Polar research Station”*.

WONG, D.Y.K. (2003).: *“Space Architecture-An overview and its relationship with general Architecture profession”*, AIAA Space Technology Conference, Long Beach, California.

YANNAS, S. (2003).: *“Towards Environmentally-Responsive Architecture”*, The 20th Conference on Passive and Low Energy Architecture, Santiago de Chile.

ErECN: edificios rehabilitados de consumo de energía casi nulo

Javier Crespo Ruiz de Gauna, arquitecto

Resumen: La construcción de nuevos edificios bajo criterios de alta eficiencia energética de modo que su demanda de energía sea muy baja será una exigencia en Europa para finales de esta década. Las perspectivas actuales en la construcción se centran en la rehabilitación por lo que esta exigencia para las nuevas construcciones no es suficiente: la única forma eficaz de reducir las emisiones de CO₂ y el consumo de energía en el sector de la edificación es mediante la reducción de la demanda energética de los edificios existentes, mejorando su envolvente con el fin de conseguir edificios rehabilitados de consumo de energía casi nulo ErECN. Apostar por una renovación energética en profundidad del parque edificado es la gran oportunidad que tiene el sector de la construcción para poder recuperarse de la crisis.

Área temática: Rehabilitación y EECN

Palabras clave: rehabilitación / envolvente / demanda / oportunidad

1. INTRODUCCIÓN

Los Edificios Pasivos permiten climatizar los edificios (calefactar + refrigerar + ventilar) con un aporte de energía realmente bajo a través del estándar Passivhaus y su certificación EnerPHit centrada en la rehabilitación. Esto se consigue mediante el máximo aprovechamiento de la energía del sol y de las fuentes de calor internas y la mejora de la envolvente térmica de los edificios, con buenos aislamientos, carpinterías y vidrios y el control de la hermeticidad y de los puentes térmicos. Su elevado grado de aislamiento y el control de las entradas y salidas de aire de los edificios consiguen un confort térmico, acústico y de calidad de aire interior que hace de sus estancias espacios especialmente agradables donde vivir y trabajar. Se consigue una gran calidad constructiva que redundará en la revalorización de los edificios y en la reducción drástica de sus gastos energéticos a lo largo de su vida útil. Incorporar equipos más eficientes e instalaciones solares permite reducir las emisiones de CO₂ y el consumo de energía pero si no se mejora previamente la envolvente de los edificios los efectos de mejora son muy limitados.



Figura 1: viviendas pasivas en Frankfurt, ROK arquitectos

2. OBJETIVO

Europa se ha fijado unos objetivos muy exigentes en cuanto al uso de la energía en los edificios y la eficiencia energética cumple un papel fundamental para alcanzar dichos objetivos. Dado que la vida útil de los edificios supera normalmente los 50 años esta política energética sólo puede conseguirse si se comienza por mejorar no solo la eficiencia de los edificios nuevos sino también la de los edificios existentes sometidos a rehabilitación. Hoy en día es posible ahorrar hasta un 90 % de los costes de la energía mediante la optimización energética de la rehabilitación de edificios existentes.

Los estándares Passivhaus y EnerPHit, para obra nueva y para rehabilitación, respectivamente, son conceptos exitosos de eficiencia energética en edificación y que contribuyen a la consecución de los objetivos de la Unión Europea. La mayor parte de la gente en España seguirá viviendo y trabajando en edificios antiguos durante las próximas décadas y dado que necesitan para su climatización más energía que los edificios nuevos existe un potencial enorme de ahorro energético actuando sobre ellos.



Figura 2: rehabilitación en La Segarra, J. Bunyesc, arquitecto

3. ALGUNOS DATOS

En los edificios convencionales el aire que se requiere en las estancias proviene de las infiltraciones que se producen a través de la envolvente: por los encuentros de elementos constructivos, a través de las ventanas y puertas o a través del paso de las instalaciones. En las casas pasivas esta entrada de aire se produce de una forma controlada lo que permite acondicionarlo de tal forma que el aporte se realiza en perfectas condiciones higiénicas, de temperatura y humedad. Esto, unido a que las paredes, suelos y techo, al estar muy bien aislados, presentan temperaturas cercanas a las del ambiente hacen que la sensación de confort sea realmente elevada.

Demanda máxima de calefacción / refrigeración

Passivhaus	15 kWh/(m ² año)	EnerPHit	25 kWh/(m ² año)
------------	-----------------------------	----------	-----------------------------

Hermeticidad del edificio

Passivhaus	$n_{50} \leq 0.60 \text{ h}^{-1}$	EnerPHit	$n_{50} \leq 1.0 \text{ h}^{-1}$
------------	-----------------------------------	----------	----------------------------------

4. LA FORMA MÁS RACIONAL DE CONSTRUIR CAMINO DEL 2020

¿qué ventaja tiene el estándar PH?

El sobrecoste inicial de los estándares Passivhaus/EnerPHit es bajo (entre un 5 y un 10%) en comparación con la revalorización que supone para los edificios: aumenta la calidad de la construcción, se reduce drásticamente la factura energética (hasta la décima parte) y, lo más importante, aumenta de forma considerable el confort acústico y térmico así como la calidad del aire interior que se respira en ellos. Todo esto hace más atractivo el edificio tanto para la compra como para el alquiler facilitando su salida en el mercado inmobiliario respecto al resto de la oferta.



Figura 3: sello certificación EnerPHit, fuente PHI

¿se puede rehabilitar cumpliendo los parámetros del estándar PH?

Está probado y demostrado que es posible una rehabilitación energética de edificios mediante componentes Passivhaus consiguiéndose todos los beneficios que su aplicación conlleva: mejora de la calidad del aire interior, mejora del confort térmico y acústico, reducción drástica del consumo energético y revalorización de los edificios.

El estándar Passivhaus establece unos requisitos muy exigentes en cuanto a la limitación de la demanda de energía y la hermeticidad del edificio. Dadas las dificultades que la rehabilitación de un edificio existente conlleva el estándar EnerPHit permite una cierta flexibilidad en el rigor del Passivhaus, manteniendo sus principios y requiriendo la aplicación de soluciones específicas adaptadas a las peculiaridades de los edificios a rehabilitar.



Figura 4: carpinterías con doble cámara y muy baja transmitancia, fuente PHI

¿qué tienen de especial las ventanas?

Las zonas más débiles de la envolvente de los edificios son las ventanas por ello es fundamental contar con carpinterías y vidrios de calidad con el fin de limitar al máximo la fuga de energía a través de ellas. Por otro lado, es a través de las ventanas por donde el sol entra en los edificios por lo que es necesario un cuidadoso dimensionamiento de las mismas de forma tal que se consiga el aporte necesario de ganancias térmicas en invierno y preservar los huecos de la acción directa del sol en verano, principalmente en las zonas climáticas más cálidas. En Europa del Norte y Central es necesario recurrir a triples acristalamientos, con gases nobles en las cámaras con el fin de mejorar los coeficientes de transmisión térmica mientras que en el Sur de Europa suele ser suficiente recurrir a dobles vidrios.

¿aumenta la hermeticidad el riesgo de aparición de mohos?

Un edificio con una envolvente hermética evita que el aire caliente se escape hacia el exterior e impide la entrada de aire frío al interior evitándose así la aparición de patologías. Cuando está caliente la humedad del aire penetra a través de las rendijas en las fachadas y las cubiertas y se condensa en las capas exteriores de la envolvente provocando la aparición de mohos y daños estructurales. En las rehabilitaciones se debe incluir un sistema de ventilación mecánica controlado, con recuperación de calor, con el fin de evitar excesos de humedad del aire y de las superficies interiores de la envolvente.



Figura 5: termografía, fuente www.essential-architecture.com

¿contribuye el aislamiento a prevenir la aparición de humedades?

La mejor forma de prevenir la aparición de moho es mediante el aislamiento exterior ya que aumenta así la temperatura interior de las superficies de las estancias (paredes + suelos + techos) y se evita que se condense el aire sobre ellas. Además se reduce el riesgo de aparición de puentes térmicos y el hecho de que las temperaturas de los paramentos se aproximen a la del aire de las habitaciones aumenta de forma considerable el confort de sus ocupantes.

Un aislamiento de alta calidad es una buena inversión en tiempos de aumento de los precios de la energía. Aplicar el aislamiento por el exterior incrementa su espesor y si se acomete al mismo tiempo la renovación de las carpinterías se evitan los puentes térmicos y se pueden mantener la profundidad de los telares de los huecos sin que se modifique sustancialmente el aspecto del edificio. Cuando se trata de fachadas con cierto valor arquitectónico o patrimonial es mejor recurrir a aislamientos por el interior. En estos casos es necesario planificar cuidadosamente la resolución de los puentes térmicos y la hermeticidad de las estancias ya que presenta más dificultades de ejecución en comparación con los aislamientos por el exterior y es fundamental eliminar zonas frías con el fin de evitar posibles daños debidos a la aparición de humedades. En los edificios de nueva construcción se colocan aislamientos suplementarios en las soleras lo cual no es posible en los edificios existentes. Como alternativa se puede recurrir al aislamiento

de la cara superior de la solera y, en aquellos casos que esto sea posible, a lo que se suele denominar “aislamiento pantalla” del muro en contacto con el terreno hasta la cimentación.

¿es realmente necesario un sistema de ventilación?

En los edificios convencionales se recurre a la apertura de las ventanas regularmente con el fin de eliminar el aire viciado. Esto hace que se renueve completamente el aire interior cada vez que se ventilan las estancias y que se desperdicie la energía que los sistemas de calefacción han estado aportando desde la última ventilación. Por el contrario en un edificio en el que se controlan adecuadamente las infiltraciones de aire el sistema de ventilación aporta, de forma permanente y a muy baja velocidad, aire en perfectas condiciones higiénicas gracias al control y filtrado que se realiza en el recuperador de calor.

¿cómo discurre el aire por el edificio?

Para que el sistema de ventilación de una vivienda funcione correctamente el aire de las estancias necesita discurrir por los vestíbulos y pasillos hacia la cocina y los baños. Para asegurar esto, incluso con las puertas cerradas, es necesario que haya unas ranuras en su parte inferior de al menos 10 mm.



Figura 6: recuperador de calor. Vivienda en Roncal, Wolfgang Berger, arquitecto

¿es muy grande el recuperador de calor?

El sistema de ventilación con recuperador de calor no ocupa mucho espacio. El recuperador, propiamente hablando, se puede colocar en un pequeño almacén del edificio o incluso en un falso techo.

¿no gastará la ventilación más energía de la que ahorra?

Si el sistema de recuperación de calor ha sido bien instalado y equilibrado la proporción entre la electricidad que necesita y la energía recuperada es de 1 a 10, lo que significa que ahorra más de 10 veces la energía que necesita para su funcionamiento.

5. CONCLUSIONES

¿es un gasto o es una inversión?

En Economía gasto e inversión son conceptos claramente diferenciados: en el primer caso la aportación económica no se puede recuperar en el tiempo mientras que en el segundo caso sí puede hacerse, se produce un retorno de esa aportación inicial.

La vida útil de un edificio es larga a escala humana. Esto hace que las intervenciones que realicemos para su mejora y buena vejez resulten rentables en el tiempo. Los avances en el conocimiento y en la tecnología posibilitan hoy en día llevar la eficiencia energética al extremo mediante la mejora de la envolvente de los edificios y el máximo aprovechamiento de las ganancias térmicas exteriores e interiores. No utilizar estos recursos que tenemos a nuestro

alcance significa hipotecar los edificios a nuevas intervenciones de rehabilitación y a desaprovechar la oportunidad de garantizar una larga vida a nuestros edificios en unas condiciones de habitabilidad, funcionalidad y estética óptimas.

¿qué hay que saber para hacer un buen uso del edificio?

Habitar un EDIFICIO PASIVO no conlleva ninguna actitud especial, con algunas diferencias, claro:

- no es necesario preocuparse por la ventilación ya que se realiza de forma permanente y automática
- no hay grandes diferencias de temperatura en invierno y en verano
- no es preciso bajar la temperatura por la noche ni cuando nos ausentamos del edificio ya que el coste económico de mantener el sistema funcionando de forma estable es muy bajo
- es fácil conseguir un ambiente fresco en verano
- no es necesaria la ventilación a través de las ventanas consiguiéndose una calidad de aire interior óptima

¿por qué merece la pena?

El esfuerzo merece la pena ya que está orientado en la dirección correcta: el primer paso para reducir las necesidades energéticas y con ello la menor dependencia en la importación de energía y el menor impacto medioambiental es mejorar al máximo la envolvente de los edificios: incrementando el aislamiento, utilizando carpinterías y vidrios con bajos coeficientes de transmisión térmica y controlando las entradas de aire a través de los encuentros de los diferentes elementos constructivos. Una vez de que es necesaria la rehabilitación de un edificio resultará mucho más rentable recurrir a los mejores sistemas y soluciones disponibles ya que de otro modo se comprometerán los esfuerzos futuros de alcanzar un bajo consumo energético.

En unos tiempos de rápido crecimiento del coste de la energía que suponen una carga constante y a los que podemos referirnos como “un segundo alquiler”, los componentes passivhaus reducen la demanda de energía en los edificios existentes aproximadamente un 75% llegando a alcanzar con frecuencia el 90% de ahorro. Más importante que esto es la mejora que se realiza del conjunto del edificio: aumentar los niveles de aislamiento evita la aparición de humedades que puedan derivar en patologías constructivas de costosa reparación y molestas consecuencias para sus usuarios.

Finalmente, hay que recordar que la calidad de los EDIFICIOS PASIVOS no reside solo en su baja demanda de energía sino, sobre todo, en el gran confort que ofrecen a sus usuarios. Esta reflexión es difícil de demostrar aquí, sobre el papel, pero la experiencia de miles de personas que viven y trabajan en edificios pasivos desde hace más de 20 años así lo atestigua: el problema reside en que alguien que ha disfrutado la experiencia de vivir y trabajar en un entorno así ya no quiere hacerlo en otro sitio.

6. BIBLIOGRAFÍA

J. CRESPO, J. SOTO y varios autores (2011).: “Guía del estándar Passivhaus”. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid.

PASSIVE HOUSE INSTITUT: varios autores (2010).: “Active for more comfort: The Passive House”. Passive House Institut, Darmstadt.

Rehabilitación energética: SATE Vs Mortero monocapa

V. Moreno. Isolana Ahorro Energético, S.L

Resumen: Se realiza un estudio energético-económico de un proyecto real de rehabilitación de las fachadas de dos bloques de viviendas. Se simula virtualmente los edificios, teniendo en cuenta todos los aspectos energéticos que intervienen en el funcionamiento termodinámico de los mismos. Tras estudiar los resultados energéticos obtenidos y una vez marcada la línea base, propondremos las medidas de mejora que son viables a aplicar, focalizándonos en la mejora del comportamiento térmico de las fachadas. Volveremos a simular los edificios en estudio, realizando los cambios pertinentes en cuanto a las medidas de mejora propuestas: Mejora de la permeabilidad al aire de la envolvente térmica, mejora de la resistencia térmica de los cerramientos opacos y transparentes de la envolvente térmica (fachadas), mejora de la resistencia térmica del forjado de planta baja y mejora de la resistencia térmica de la cubierta. Para la realización de los cálculos termodinámicos y las distintas simulaciones energéticas sub horarias de los edificios en estudio se utiliza la herramienta informática DESIGN BUILDER, interface de ENERGY PLUS.

Área temática: Rehabilitación y EECN.

Palabras clave: Rehabilitación Energética, SATE, Simulación Termodinámica

1. TEXTO PRINCIPAL

INTRODUCCIÓN

Se estudian las ventajas que conlleva la ejecución de una rehabilitación de fachada mediante el Sistema de Aislamiento Térmico Exterior frente al saneado y restauración convencional, mediante enfoscado de mortero de cemento (monocapa). Para ello se realizará un estudio energético-económico de un proyecto real de rehabilitación de las fachadas de dos bloques de viviendas. En un primer lugar se realizará una simulación térmica sub-horaria del año completo de ambos edificios, configurando todos los inputs del modelo según la situación actual de estos. De esta manera calcularemos las condiciones internas actuales, creando así la línea base y obteniendo datos numéricos cuantificables de los distintos aspectos de confort y transferencias de calor que intervienen en el funcionamiento termodinámico de los mismos. Posteriormente propondremos las medidas de mejora que son viables a aplicar, focalizándonos en la mejora del comportamiento térmico de las fachadas.

OBJETIVO

Concienciar al público de las ventajas que conlleva realizar una rehabilitación energética, mediante técnicas pasivas como la instalación de un Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior, a la hora de acometer la rehabilitación del parque edificatorio. Se realiza un estudio energético-económico de la opción de rehabilitación energética, calculando ahorros conseguidos y periodos de amortización de la inversión inicial.

PRESENTACIÓN RESUMIDA DE DATOS Y RESULTADOS

Ambos bloques se encuentran situados en la localidad de Cubelles, provincia de Barcelona. Los bloques de viviendas se sitúan en Carrer Girona 9 y Passeig Maritim 1-3 respectivamente. Los datos climatológicos utilizados en las diferentes simulaciones energéticas llevadas a cabo en el presente informe, se han obtenido de la base de datos climáticos de EERE - Energy Efficiency & Renewable Energy, del Departamento de Energía de United States. La base de datos más cercana a la situación actual de los edificios en estudio, son los del aeropuerto de Barcelona.

Los edificios en estudio presentan una planta sin dibujo geométrico establecido, desarrollándose con varios entrantes y salientes. Ambos edificios contemplan planta baja más 2 alturas, obteniendo una altura de los bloques de unos 10 m. El bloque de viviendas C/GIRONA 9, con 7 viviendas por planta, presenta una superficie estimada por planta de 440 m², obteniendo una superficie aproximada por vivienda de 60 ~ 65 m². Mientras que el bloque de viviendas Passeig Maritim 1-3, con 8 viviendas por planta, presenta una superficie estimada por planta de 510 m², obteniendo una superficie aproximada por vivienda de 60 ~ 65 m².



Figura 1. Infografía de los 2 bloques de edificios en estudio.

Ambos bloques comparten parking, situado en la planta sótano de los bloques. La superficie del parking es de 950 m². Este parking está muy ventilado, con unas renovaciones hora de 1 a 3.

Las configuraciones que se han programado en el simulador energético para obtener los resultados de consumo energético son las siguientes: Una ocupación de 3 personas por vivienda, ya que se consideran 2 dormitorios por vivienda¹, con una programación horaria distintiva para los fines de semana y los días laborables. Una ganancia interna por iluminación de 8 W/m²•100 lux², luminarias suspendidas y programación de uso de 19 a 23. Según el DB HS 3 del CTE, realizamos una aproximación de los requerimientos de ventilación de cada habitáculo y lo extrapolamos a toda la vivienda, obteniendo unas necesidades de aire exterior de 4 l/s•pers. El funcionamiento de la ventilación se considera natural y es continuo durante todas las horas del año. Se tiene en cuenta la existencia de unas infiltraciones de 1 r.h. También se tiene en cuenta un consumo energético de los diferentes aparatos eléctricos que encontramos en cada vivienda. Además de soportar un consumo eléctrico por el uso de dichos aparatos, estos aportan energía térmica al espacio habitable, supone una ganancia interna de 15 W/m² en las zonas residenciales, durante una programación de utilización de 8 horas diarias, de 10:00 a 18:00, todos los días del año³. Para los cálculos de consumo de agua caliente y energía necesaria para

¹ Según el DB HE 4 del CTE.

² Según el DB HE 3 del CTE.

³ Aproximación de utilización para converger con el consumo total mensual de 210,485 KWh.

abastecer la demanda de ACS se ha tenido en cuenta un consumo de 22 l/día•pers⁴, con lo que obtenemos un consumo 66 l/día \approx 1 l/día•m². La temperatura de entrega del agua caliente sanitaria es de 65 °C y una temperatura del agua de red de 10 °C. El perfil de utilización coincide con la programación de ocupación. La fuente generadora de calor para el ACS es la misma caldera utilizada para acondicionar las zonas habitables, cuyo combustible es el Gas Natural. El sistema de calefacción está constituido por 2 calderas centrales que dan servicio a cada edificio, con una eficiencia de 0,5, ya que presentan una baja calidad y una antigüedad de más de 25 años, lo que ha hecho disminuir la eficiencia de las mismas desde 0,85 que poseían en el momento de la instalación a 0,5 actual. El tipo de calefacción es radiante/convectivo con una fracción radiante de 0,3 y una distribución radiante uniforme. Para la puesta en marcha de los sistemas de calefacción se ha configurado una temperatura de consigna de calefacción de 21°C y un periodo de disponibilidad igual a la ocupación de los edificios. No se ha considerado sistema de refrigeración en ninguno de los edificios. Las soluciones constructivas de la envolvente térmica, iguales para ambos bloques de edificios, son las siguientes:

Tabla I. Soluciones constructivas de la envolvente térmica.

Solución constructiva	U-Value (W/m2K)	Km (KJ/K)
RE_Suelo sobre terreno	1,261	218
RE_Cubierta plana del proyecto	1,728	111,8
RE_Partición del proyecto	2,04	50,9
RE_Cerramientos exteriores	1,545	57,25
RE_Suelo interno	1,478	192,2
RE_Muros parking	3,588	240

Tabla II. Capas y propiedades térmicas de los muros exteriores.

Cerramientos exteriores	e (cm)	λ (W/mK)	U (W/m²K)
Mortero de Cemento	2	0,8	40
1/2 pie ladrillo perforado	11,5	0,694	6,03
Cámara de aire sin ventilar	3	-	-
Tabique de ladrillo hueco sencillo	4	0,444	11,1
Enlucido de yeso	1,5	0,57	38
TOTALES	22		1,545

Tras realizar la simulación energética dinámica horaria del año completo obtenemos diversos resultados energéticos analizables, los cuales nos ayudarán a conocer los puntos débiles del edificio en estudio, y conocer cuáles serán las medidas de ahorro energético que más repercusión tendrán sobre el comportamiento térmico del mismo. En primer lugar se expone el consumo energético de los edificios analizados. A continuación se expone el balance energético, donde se observa cuales son los puntos débiles de los mismos, que producen las mayores pérdidas de energía.

⁴ Según el DB HE 4 del CTE.

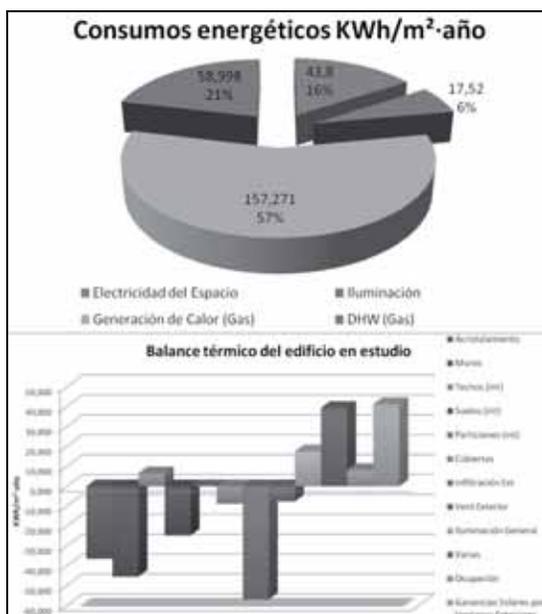


Figura 2. Resultados de las simulaciones termodinámicas de los edificios en estudio (línea base).

En la primera gráfica podemos observar que más de la mitad de los consumos (57%) provienen del sistema de calefacción, siendo el ratio de consumo anual de 157,27 KWh/m²·año. En la segunda gráfica observamos que las mayores pérdidas de energía se producen por las infiltraciones del edificio. Cierto es que conocer el valor real de la infiltración existente en un edificio no es fácil de obtener. La medición experimental de este valor⁵ nos dará una respuesta fehaciente a la configuración de este valor. En el presente estudio se estiman unas infiltraciones de 1 rh, valor normalmente aceptado en edificaciones existentes con una edad de más de 10 años. El segundo punto más conflictivo es la pérdida de energía por los muros exteriores, en este punto podremos comprobar la mejora obtenida al realizar un aislamiento térmico por el exterior. Como primera medida de ahorro energético, y más efectiva, se ha propuesto mejorar la permeabilidad al aire de la envolvente térmica. Ello lo conseguiremos al realizar un aislamiento por el exterior y un especial cuidado en la ejecución de la obra, utilizando cintas adhesivas resistentes para las zonas donde se posibilita la entrada de aire exterior, como unión entre el premarco de ventanas y puertas con los cerramientos exteriores, cajas de persianas en fachada, pasamuros... La permeabilidad al aire configurado en el simulador, por las mejoras expuestas anteriormente, tiene un valor de 0,6 renovaciones horas⁶. La 2ª medida de mejora (Mejora de la resistencia térmica de los cerramientos opacos de la envolvente térmica) se analiza realizando un estudio paramétrico de los ahorros conseguidos según el espesor de aislamiento térmico que instalamos por el exterior (sistema SATE). El aislamiento térmico utilizado para esta medida de mejora es poliestireno expandido (E.P.S.) con una conductividad térmica de 0,037 W/m·K. Obteniendo unas transmitancias térmicas de los muros exteriores rehabilitados: 2 cm → 0,852 W/m²·K; 4 cm → 0,588 W/m²·K; 6 cm → 0,449 W/m²·K; 8 cm → 0,363 W/m²·K.

⁵ Ensayo Blower Door.

⁶ El valor de 0,6 r.h. es el marcado como máximo por el Standard Passivhaus.

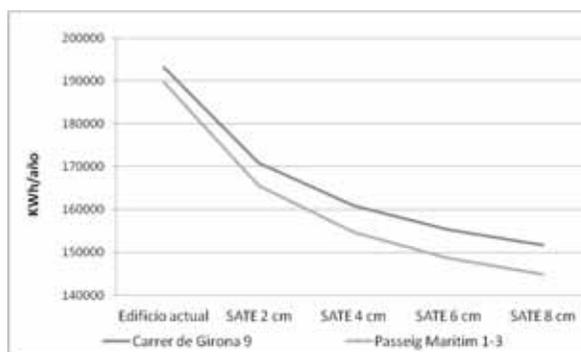


Figura 3. Estudio paramétrico de los consumos anuales de calefacción en función del espesor de aislamiento térmico a instalar mediante el sistema de aislamiento SATE.

Podemos observar que los mayores ahorros se consiguen en la instalación de aislamiento térmico de 0 a 2 cm. y de 2 a 4 cm. Sin embargo, después la línea se va convirtiendo en una asíntota horizontal del consumo energético. Para estudiar cuál es la solución más rentable se ha realizado un estudio del flujo de caja con cada una de las soluciones (espesores) propuestos. Para ello se ha tenido en cuenta la inversión inicial y los ahorros energéticos anuales que obtenemos con cada espesor propuesto. El precio que se ha considerado del Gas Natural es 0,0489365 €/KWh.

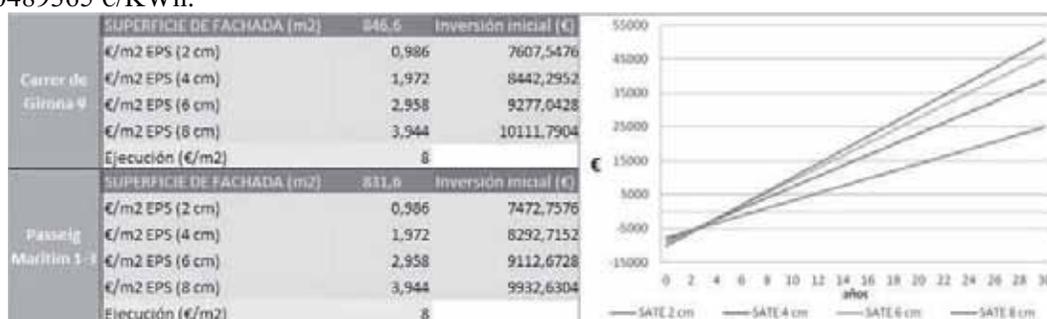


Figura 4. Flujos de caja de las diferentes opciones de espesor de aislamiento térmico del sistema SATE.

Observamos que los tiempos de retorno de las mejoras rondan los 4,5 años, siendo la solución de 2 cm la que más demora tiene en devolver la inversión inicial a los usuarios finales (7 años). Sin embargo, podemos observar que para un pequeño incremento de la inversión inicial, un 32,91%⁷, los ahorros obtenidos pueden llegar a multiplicarse por 2, obteniendo un ahorro energético extra de 25.500 € en 30 años; siendo el ahorro total obtenido de 50.521 € en 30 años. La inversión inicial que deberán acometer cada usuario oscilan desde 360 € con la instalación de 2 cm. de espesor de aislamiento térmico a 480 €, instalando 8 cm de espesor. Los ahorros obtenidos a 30 años⁸ por cada vivienda rondan desde los 1.190 € hasta 2.400 €, en el caso de instalar un espesor de 8 cm.

También se han realizado otras medidas de mejora, como la mejora de la resistencia térmica de los cerramientos transparentes de la envolvente térmica (ventanas) y la mejora de la resistencia térmica del forjado de planta baja.

⁷ 2.500 € de sobrecoste de la inversión inicial entre colocar 2 ó 8 cm. de aislamiento térmico.

⁸ Sin tener en cuenta la previsión de subida del precio del Gas Natural en estos 30 años.

Rehabilitación de energía casi cero. Estudio teórico de posibilidades para un edificio de viviendas

F. Martín-Consuegra, E. Larrumbide, D. Jiménez, J.A. Tenorio. Instituto Eduardo Torroja de ciencias de la construcción (IETcc)

Resumen: La rehabilitación energética se basa en la oportunidad que ofrece un edificio para reducir su consumo energético. En el caso de España, el parque existente presenta graves vulnerabilidades en cuanto a eficiencia energética. Esto se traduce en altos consumos, emisiones de CO² y otros gases de efecto invernadero. El presente artículo analiza la posibilidad de conseguir edificios de energía casi nula dentro del parque edificado mediante su rehabilitación. Para ello se analiza el potencial de reducción máximo de demanda energética que puede alcanzar un caso real muy habitual en la construcción española: un bloque exento con una calidad energética precaria ubicado en los extrarradios de la ciudad.

A partir de los resultados obtenidos de pasadas masivas de simulaciones de demandas realizadas para baterías de medidas de mejora de la eficiencia energética aplicadas a este edificio, se analiza el paquete de medidas cuya aplicación consigue el máximo potencial de disminución de demanda que se puede esperar de ellos. La demanda obtenida de la aplicación de la combinación de medidas de mejora mas eficiente energéticamente se traduce a consumos de energía final y primaria y se analiza la posibilidad de que éstos sean cubiertos mediante el uso de energías renovables.

Área temática: Rehabilitación energética

Palabras clave: Energía, simulación, medidas de mejora, demanda, renovables

1. INTRODUCCIÓN

La peculiaridad de la intervención en el parque construido y el respeto al patrimonio impedirán en muchos casos la implantación de determinadas soluciones de reducción de demanda y consumo: cada edificio parte de unas condiciones de contorno inherentes al mismo y el proceso de rehabilitación en todo caso tendrá que hacerse en términos de que sea técnica y económicamente viable. El presente estudio se hace para un edificio sin ninguno de estos límites. En él se analizan las posibilidades de realizar una intervención de rehabilitación destinada a conseguir un edificio de energía casi cero.

Se consideran las posibilidades de mejora de un edificio de viviendas de protección oficial plurifamiliar en bloque situado en Sabadell (zona climática C2) construido durante el «boom» especulativo de los años 60 y que se puede encontrar en un alto porcentaje de casos generalmente en periferias de ciudades españolas. Los estudios presentados forman parte, parcialmente, de los trabajos desarrollados en el Instituto Eduardo Torroja para la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo del Ministerio de Fomento. Este edificio es uno de los estudiados por el Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (ITEC) que coordina los Manuales R: estudios sobre el parque edificado en España que el Ministerio realiza en colaboración con las CCAA.

El edificio se encuentra situado en un clima C2 según la clasificación del CTE, corresponde a inviernos y veranos de severidad climática moderada, el estudio se centra en la reducción de consumos de calefacción. Se ha tenido en cuenta la repercusión de las medidas de mejora en la demanda de refrigeración.

2. OBJETIVOS

Reducción de la demanda energética

El estudio de posibilidades de reducción de la demanda del edificio se basa en dos tipos de análisis: por una parte se han realizado pasadas masivas de simulaciones energéticas de su estado actual e incorporando medidas de mejora convencionales (entendiendo por convencionales aquellas que pueden ser valoradas actualmente por los procedimientos habilitados por la normativa existente); por otra parte se han estudiado otras medidas bioclimáticas de mejora alternativas que se analizan mediante procedimientos complementarios.

Con objeto de explorar las distintas combinaciones de soluciones posibles se han considerado cuatro medidas de mejora: cambiar ventanas y/o aislar cubierta, fachadas y suelo. Cada medida se ha considerado de forma progresiva en niveles. Para el cambio en los vidrios el primer nivel de mejora supone cambiar el inicial monolítico por otro doble con cámara de 6 mm, y el segundo nivel hacerlo por otro de cámara de 15 mm. Los niveles para el caso de aislamiento consisten en incorporar soluciones de 5, 10 y 15 cm. En total se han simulado 192 combinaciones.

Reducción de los consumos energéticos

Una vez agotadas las capacidades de reducción de la demanda llega el momento de la reducción del consumo a través de la eficiencia de las instalaciones y el aporte de energía renovable para cubrir la mayor parte posible de esta demanda.

3. PRESENTACIÓN RESUMIDA DE DATOS Y RESULTADOS

Descripción del edificio en su estado actual

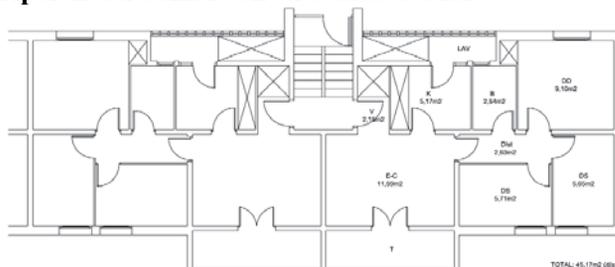


Figura 1. Planta tipo del edificio y fotografía de su fachada principal

El edificio muestra numerosas debilidades, como superficies útiles mínimas y bajo coste de construcción. Además, alberga a población vulnerable con dificultad para costear las mejoras.

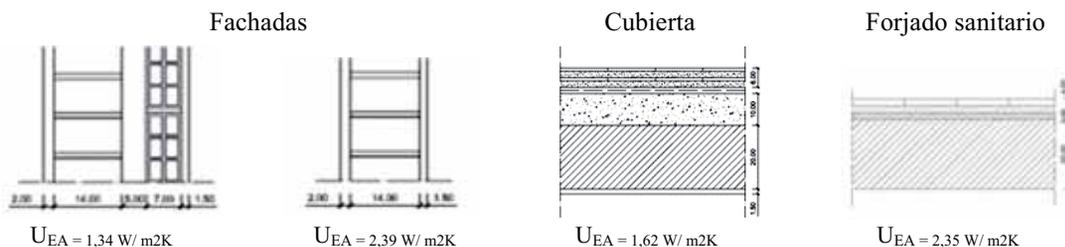


Figura 2. Detalles de los cerramientos opacos que componen la envolvente térmica.

Ningún elemento de la envolvente cuenta con aislamiento térmico y el porcentaje de huecos en fachada es bajo, lo que limita las posibilidades de captación solar a través de la fachada sur.

Tabla I. Descripción de datos de la envolvente térmica del edificio.

<u>FACHADAS</u>	<u>parte opaca</u>	<u>huecos</u>		<u>CUBIERTAS</u>
orientación	Sup. total m ²	Sup. total m ²	% huecos	Sup. total m ²
SO	220,00	41,44	18,84%	118,00
SE	75,40	0,00	0,00%	
NE	280,72	27,12	9,66%	
NO*	0,00	0,00		
TOTAL sup	576,12	68,56	11,90%	118,00

* La medianera noroeste se ha tratado como un cerramiento adiabático

Demanda de partida

A la hora de abordar la rehabilitación energética de un edificio existente contamos con dos demandas de referencia contra las cuales establecer comparaciones. Por una parte la demanda del edificio en su estado actual y por otra la demanda del edificio de referencia que cumple estrictamente el CTE-DB-HE1. El edificio de referencia representa el objetivo mínimo a cumplir en caso de que sobre el edificio se fuera a realizar una rehabilitación de envergadura.

Tabla II. Demandas (1) del estado actual y (2) del edificio de referencia (CTE-DB-HE1)

(1) Demanda estado actual

Cal.	Ref.	calificación	Calif. ref
95,43	6,85	G	C

(2) Demanda edificio de referencia (CTE)

Cal.	Ref.	Calificación	Calif. ref
53,30	9,80	E	D

Resultados de demandas incorporando las medidas de mejora convencionales

Para la mejora de la demanda energética del edificio se han previsto en primer lugar trabajos de rehabilitación energética consistentes en medidas de mejora convencionales: incorporación de soluciones comerciales de aislamiento térmico de $\lambda = 0,040$ W/mK con un máximo de 15 cm de espesor en cubiertas, suelos y fachadas, y sustitución de huecos existentes por carpinterías nuevas de madera con doble acristalamiento aislante de 6/15/4. El aislamiento se ha incorporado por el exterior en fachadas y cubiertas (eliminando puentes térmicos) y por el interior en suelos. Se ha procurado que las soluciones fueran todas ellas existentes en el mercado. En la figura que sigue vemos el impacto en demanda de las medidas por separado y por orden de impacto.

Tabla III. Demandas resultantes de la aplicación de cada medida de mejora de forma individual

<u>FACHADAS</u>	$U_{ER}=0,23^*$	<u>Cal.</u>	<u>Ref.</u>	<u>HUECOS</u>	<u>Cal.</u>	<u>Ref.</u>	
mejora **		-39,37	+1,35	mejora **	-9,58	+0,62	
% reducción		41,26%	-19,71%	% reducción	10,04%	-9,05%	
Demanda ER**		56,06	8,20	Demanda ER**	85,85	7,47	
<u>CUBIERTAS</u>	$U_{ER}=0,24^*$	<u>Cal.</u>	<u>Ref.</u>	<u>SUELO</u>	$U_{ER}=0,25^*$	<u>Cal.</u>	<u>Ref.</u>
mejora **		-7,76	-0,46	mejora **		-5,14	+0,16
% reducción		8,13%	6,72%	% reducción		6,00%	-2,34%
Demanda ER**		87,67	6,39	Demanda ER**		89,70	7,01

*Transmitancias expresadas en W/m²K ; **Demandas expresadas en kWh/m²

	1	2	3	4	5
huecos					
cubierta					
fachadas					
suelo					
demanda	56,1	85,9	87,7	89,7	95,4

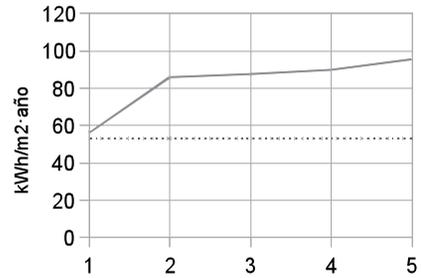


Figura 3. Reducción de demanda por medida de mejora aislada

Las intervenciones son (1) sobre la fachada, (2) sobre el vidrio, (3) sobre la cubierta, (4) sobre el suelo y (5) sin actuación. Con una línea roja se marca el nivel de cumplimiento del DB HE1 del CTE 2006 por la opción general.

Tabla IV. Resultados de demandas obtenidas por la aplicación de las 5 mejores combinaciones

HUECOS mm cámara de aire	CUBIERTA m. aislamiento	FACHADAS m. aislamiento	SUELO m. aislamiento	DEMANDA CAL kWh/m²	DEMANDA REF kWh/m²
15	0,15	0,15	0,15	31,73	9,26
15	0,15	0,15	0,1	32,08	9,04
15	0,1	0,15	0,15	32,33	9,30
15	0,1	0,15	0,1	32,68	9,08
15	0,15	0,15	0,05	32,72	8,95

Mediante la incorporación de la mejor opción se consigue reducir en un 66,75% la demanda de calefacción del edificio. El aumento de la demanda de refrigeración es, en valor absoluto, prácticamente despreciable.

Tabla V. Demandas del estado reformado incorporando todas las medidas de mejora

Cal.	Ref.	Calificación Cal	Calif. ref	Reducción Cal.	Reducción Ref.
31,73*	9,26*	D	D	-63,7*	67 %
				+2,41*	-35 %

*Demanda expresada en kWh/m²

En esta otra gráfica las intervenciones se han considerado de manera acumulativa. Se aprecia como la combinación de medidas tiene más repercusión que las medidas por separado. Podemos ver representados estos valores en la gráfica adjunta, en la que se aprecia que la aplicación de dos medidas de mejora: fachada y vidrios, produce que el edificio ya entre en la zona de cumplimiento del CTE para edificios nuevos.

	1	2	3	4
huecos				
cubierta				
fachadas				
suelo				
demanda	95,4	56,1	43,9	34,4

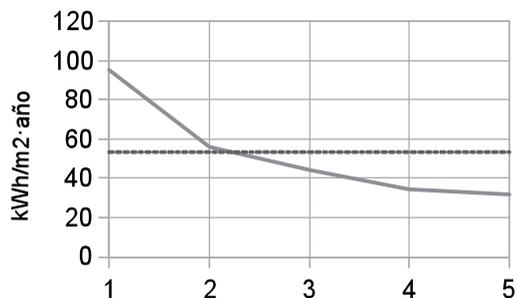


Figura 4. Acumulación de medidas de mejora convencionales en la envolvente térmica.

Demandas incorporando medidas de mejora no convencionales

Mediante procedimientos de análisis alternativos a las herramientas normativas se estudia la incidencia que presentan en el comportamiento térmico del edificio la incorporación de técnicas de acondicionamiento pasivo como son la inclusión de la inercia térmica o de contraventanas aislantes en los huecos acristalados durante el periodo nocturno.

La presencia de inercia térmica en los edificios resulta interesante cuando se trata de disminuir la amplitud térmica interior y generar un desfase de la onda térmica interior con respecto a las temperaturas exteriores. El procedimiento de cálculo empleado para realizar el estudio se basa en el establecimiento de un régimen variable de temperaturas, donde el estado térmico no solo depende de la temperatura de los sistemas que intercambian energía, sino también del tiempo.

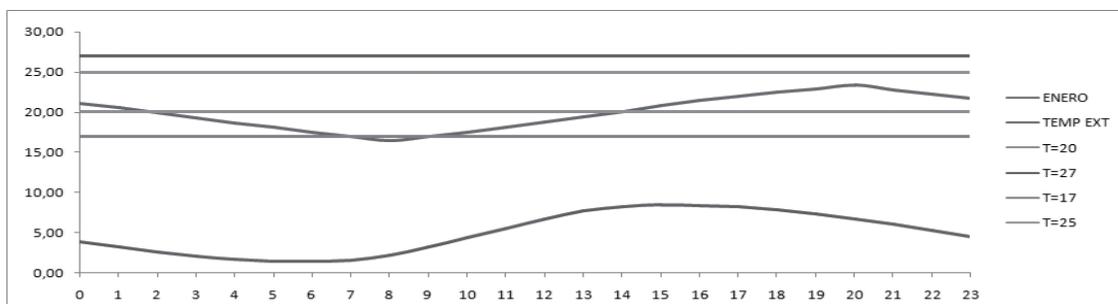


Figura 5. Oscilación de temperaturas interiores y exteriores en enero. Aislamiento interior.

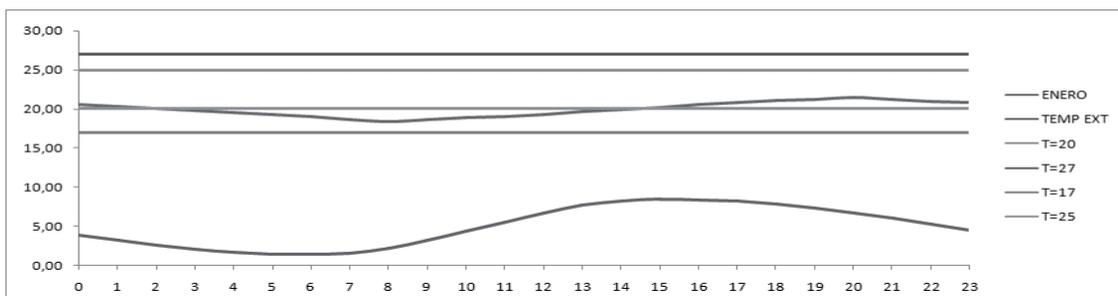


Figura 6. Oscilación de temperaturas interiores y exteriores en enero. Aislamiento exterior.

Para la opción en la que se dispone el aislamiento por el interior se aprecia cómo para el mismo aporte de energía la oscilación térmica en el mes de enero se sale de los márgenes establecidos como zona de confort. Para la opción en la que se dispone el aislante por el exterior, esta oscilación es menor.

La existencia de un aislamiento por el interior provoca que la disminución de inercia térmica, genere un aumento de la amplitud térmica en el interior del edificio, cuanto menor sea la oscilación de las temperaturas interiores, menor riesgo existirá de que ésta se sitúe por encima o por debajo de los citados márgenes establecidos como zona de confort, y por tanto menor será la energía que se deberá aportar, bien en verano o en invierno, para evitar que las temperaturas máximas y mínimas superen el rango de confort establecido.

La disposición de contraventanas por el interior del hueco acristalado, supone una cierta mejora tanto en las condiciones térmicas interiores, como en la disminución de la demanda energética

del edificio. Esta mejora, que puede ser de 0,5 °C en el mes enero, se puede corresponder con una disminución, aproximadamente del 1% de la demanda energética. Aún siendo un porcentaje reducido, supone una estrategia de acondicionamiento pasivo fácil de acometer, con la que se logran ventajas en aquellas localidades en las que existen severidades climáticas severas para el periodo invernal.

Consumo de energía y posibilidades de incorporación de energías renovables en la parcela

Las demandas analizadas en el artículo se refieren a calefacción y refrigeración. Si tomamos como válidas los valores medios los indicados por el IDAE publicados en el Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020, la distribución del consumo de energía en el sector Edificios y Doméstico en España 2010 (IDAE) es de calefacción (47,1%), agua caliente sanitaria (27,4%), equipamiento (20,6%), iluminación (3,9%) y aire acondicionado (1,1%). Es decir aproximadamente la mitad del consumo sería la correspondiente a la demanda térmica.

Si se analiza la demanda térmica del edificio estudiado se ve claramente que ésta se centra en calefacción, con niveles moderados. Razonablemente no se instalarán sistemas de refrigeración. Si la eficiencia de los sistemas es alta (bombas de calor, geotermia) la calificación general fácilmente mejorará la D obtenida en demanda.

Como orden de magnitud si se dispone de una superficie en cubierta de unos 100m². Podría obtenerse una producción media máxima de 1.500 kWh/m² de panel lo que supondría una generación de 10.000 kWh. Dado que la superficie del edificio es de unos 400 m² a 30 kWh/m² año daría un total de 12.000 kWh (demanda, no consumo) lo que supone con buenas instalaciones incluso más del necesario para cubrir la parte térmica.

4. CONCLUSIONES

Resultados de demandas

La demanda de calefacción se consigue reducir en un 66,75% sobre la del estado actual del edificio mediante la rehabilitación energética consistente en la incorporación de 15 cm de aislamiento térmico en toda su envolvente, y la sustitución de carpinterías existentes por otras nuevas de madera con doble acristalamiento aislante 6/15/4. Ninguna de las medidas de mejora es por sí sola suficiente como para cumplir con la demanda de referencia del CTE, si bien la mejora de fachadas se acerca mucho al cumplimiento.

Para el clima del edificio estudiado, la incorporación de aislamiento térmico en la cubierta es la única medida que reduce demanda de calefacción y de refrigeración. El resto de medidas contempladas reducen la demanda de calefacción, aumentando levemente la de refrigeración. Esto nos indica que la rehabilitación energética de edificios en climas cálidos debe incluir siempre medidas de protección solar de huecos para reducir demandas de refrigeración.

La incorporación de las masas de los cerramientos al interior del aislamiento térmico evita un incremento en la energía complementaria del orden del 7%. En el periodo de verano, el complemento de energía no es relevante en el caso que se estudia, pudiendo llegar a ser significativo cuando se manifieste un sobrecalentamiento debido a fuentes internas o externas, pero en climas más cálidos la influencia de la inercia térmica resulta significativa.

Si el objetivo final de la Comisión Europea es avanzar hacia una economía hipocarbónica competitiva, con reducciones de las emisiones en el sector de la construcción para 2050 en

alrededor de un 90 %, no quedará otra alternativa que intervenir en el parque existente con soluciones que haciendo uso de la red supongan una compensación energética con balance neto cero o casi cero explorando las capacidades de generación descentralizada para compensar las diferencias temporales entre la oferta y demanda energética del edificio, y consumos en primaria y emisiones.

5. BIBLIOGRAFIA

DIRECTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición)

IDAE (2009) “Condiciones de aceptación de Procedimientos alternativos a LIDER y CALENER”

IDAE (2011): “Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020”. Informe técnico, Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía

Hibridación de energías renovables en la rehabilitación de edificios

Ramón Pedro Bayer Úbeda. IES Construcción BHI

Resumen: El IES Construcción BHI, es un instituto de formación profesional en el sector de la construcción, que está llevando a cabo, con la cofinanciación del Ministerio de Educación y el Fondo Social Europeo, el proyecto de Hibridación de energías renovables en la edificación. Este proyecto pretende ser replicable en un importante número de edificios construidos entre los años 60 y 70 del pasado siglo, y por ello se está llevando a la práctica mediante su ejecución en la antigua vivienda del conserje del propio instituto y que data de las fechas indicadas.

Como no podía ser de otra manera las actuaciones no se centran exclusivamente en las propias energías renovables, que también, sino que se inician con minimizar las demandas energéticas actuando sobre su envolvente, cubierta, huecos y ventanas.

El empleo de superficies radiantes, aportan un alto nivel de confort, y un adecuado sistema de recuperación que nos permite minimizar la demanda debida a renovación de aire y ventilación.

La generación de energía, por un lado eléctrica, mediante captadores fotovoltaicos y aerogenerador, y por otra parte térmica mediante bomba de calor geotérmica de elevado rendimiento nos permite cubrir holgadamente la demanda existente.

Esta variedad de instalaciones y equipos centrados en una sola edificación dentro de un centro docente, suponen como recurso docente un valor añadido en la formación de nuestros alumnos.

Área temática: Rehabilitación y EECN

Palabras clave: Eficiencia energética en la rehabilitación

INTRODUCCIÓN

La publicación en abril de 2009 del borrador de la que posteriormente sería la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo (Refundición de la Directiva Europea de Eficiencia Energética – EPBD), nos sensibilizó a un grupo de profesores del IES Construcción BHI de Vitoria-Gasteiz en las grandes posibilidades de ahorro energético y sostenibilidad que se presentan en la rehabilitación de edificios.

Tras un tiempo de maduración de la idea, en el curso lectivo 2010-11 se formó un grupo de trabajo, compuesto por profesores y alumnos para dar forma a la idea y concretar las actuaciones a desarrollar.

Para ello el IES Construcción BHI de Vitoria-Gasteiz, está convirtiendo el antiguo edificio-vivienda del conserje, en un edificio autosuficiente desde el punto de vista energético, libre de barreras arquitectónicas y respetuoso con el medio ambiente, que permita, en un principio, su uso como sala de profesores, salas de visitas y aula de demostraciones, actuando sobre las diferentes partes que lo componen.

Es importante señalar, que la ejecución física de la mayor parte de los trabajos ha sido realizada de forma voluntaria por los profesores y alumnos de los ciclos formativos de grado medio y superior que se imparten en nuestro instituto.

El emplazamiento del inmueble corresponde al del complejo educativo y está situado Avenida los Huetos, 33 de Vitoria-Gasteiz. Se encuentra en el extremo oeste de la ciudad, lindando con la zona industrial de Ali-Gobeo, conocida por la principal fábrica Mercedes-Benz. Es un área de

gran expansión en los últimos lustros, y con proyección futura para albergar a gran cantidad de habitantes y actividades empresariales.

ANTECEDENTES

La vivienda del conserje es una edificación unifamiliar con cubierta a dos aguas. Consta de una única planta edificada sobre forjado sanitario, con una planta de entrecubierta no habitable. Un zaguán exterior comunica la entrada principal con la calle, por medio de unas escaleras. Adosada a la vivienda se encuentra un garaje, de diferente tipo constructivo que la vivienda, pero situado en un plano horizontal inferior y sin cámara sanitaria.

El tipo edificatorio es similar al de la mayoría de las viviendas construidas en Vitoria durante la gran expansión habida en las décadas de los años 60 y 70 del pasado siglo. Por ello, este proyecto conlleva una propuesta implícita de rehabilitación de una gran parte del parque inmobiliario de la ciudad, y de ahí el gran interés por demostrar las diferentes posibilidades de mejora, y sobre todo la viabilidad de la misma. Así pues, no es el único objetivo de este proyecto la rehabilitación del edificio, sino el presentar un caso práctico y real de cómo multitud de viviendas pueden mejorar sus rendimientos energéticos, así como disminuir su consumo, aumentando a su vez el nivel de confortabilidad.

Este edificio una vez reformado va a ser un complemento del edificio de administración del IES Construcción BHI, y en el que van a estar ubicadas tanto la sala de profesores como las salas de visitas. El antiguo garaje, una vez comunicado con la sala de profesores se destinará a sala de conferencias y demostraciones.

Dado el carácter didáctico que se prevé dar al edificio, en la sala de calderas se han ubicado las instalaciones técnicas, accesibles al alumnado y complementarias en su formación, siempre visto desde un caso real.

OBJETIVO

Nuestro objetivo final estaba muy claro, debíamos conseguir una rehabilitación eficiente, con criterios de uso similares a una vivienda familiar y con balance energético de explotación del edificio cero. Ante esta premisa nos marcamos unas metas exigentes teniendo en cuenta los requerimientos reglamentarios en ese momento. En la tabla I podemos observar estas metas.

Calentamiento:	10 - 55	kWh/m ² año
Enfriamiento:	5 - 10	kWh/m ² año
“U” Fachadas exteriores:	0,32 - 0,47	W/(m ² · K)
“U” Cubierta:	0,20 - 0,34	W/(m ² · K)
“U” forjado suelo:	0,34	W/(m ² · K)
“U” Huecos y ventanas:	1,50 - 2,9	W/(m ² · K)
Emissiones de CO ₂ :	5 - 10	kg/m ² año

Tabla I. *Objetivos fijados en Ante-proyecto*

Con esta premisa nuestras actuaciones se centraron básicamente en tres áreas, a saber: envolvente, instalaciones técnicas y de confort, y sistemas de generación.

ACTUACIONES

En la envolvente del edificio, nuestras actuaciones se han centrado en la cubierta, fachadas y forjados.

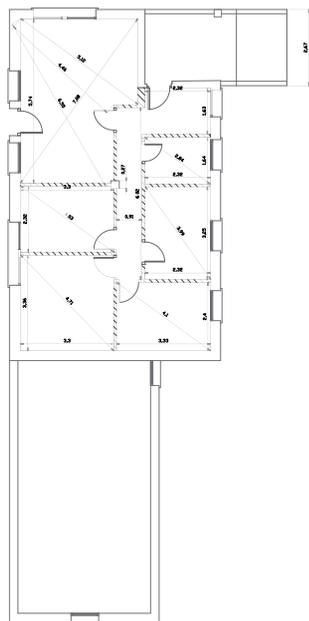


Figura 1. Plano de planta, estado inicial

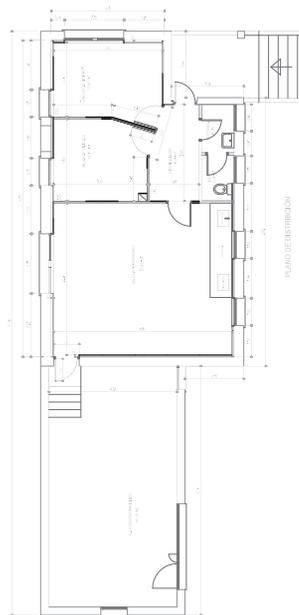


Figura 2. Plano de planta estado final

En las fachadas se analizó la necesidad de los accesos y huecos existentes, llegando a la conclusión de eliminar la puerta de acceso existente en la fachada norte e incorporar una puerta de acceso directo desde el exterior al aula de demostración, así como la comunicación de ésta con la sala de profesores.

Se calcularon y midieron posteriormente las transmitancias existentes en los diferentes paramentos al objeto de definir las necesidades y tipos de aislamientos a emplear. A la vista de los datos obtenidos, se analizaron las diferentes alternativas existentes en el mercado, sus prestaciones, dificultad de aplicación, durabilidad, rendimiento y costes. Tras analizar no menos de 15 diferentes soluciones, los datos resultantes nos llevaron a utilizar el sistema “WALL-TERM” de la empresa MATERIS PAINTS ESPAÑA S.L..

El sistema Wall-Term® es, un sándwich compacto, impermeable y transpirable, adherido sobre la fachada y con una incorporación en su sección de un material aislante de baja densidad que reduce totalmente la transmitancia “conductividad” térmica del cerramiento. Este material aislante es una placa de poliestireno expandido, en nuestro caso de 100 mm. de espesor. De aplicación eminentemente práctica, configura un nuevo paramento aplicado en continuo preparado para resistir retracciones y movimientos del cerramiento y agresiones del exterior. El conjunto se construye, se adhiere y se refuerza mediante la aplicación de un mortero polimérico específico para este uso: el Adhesivo Wall-Term®. Como complemento de instalación conlleva malla antiálcalis reforzada de un gramaje mínimo de 150gr/m², tacos de expansión de poliamida de Ø 8 mm de largo en función del espesor de aislamiento, perfiles estándar de aluminio para aislamiento, perfil de arranque (con efecto goterón), perfil de remate y angular de refuerzo de aristas.

En la figura 3 podemos apreciar un detalle constructivo de la solución adoptada en nuestro caso.

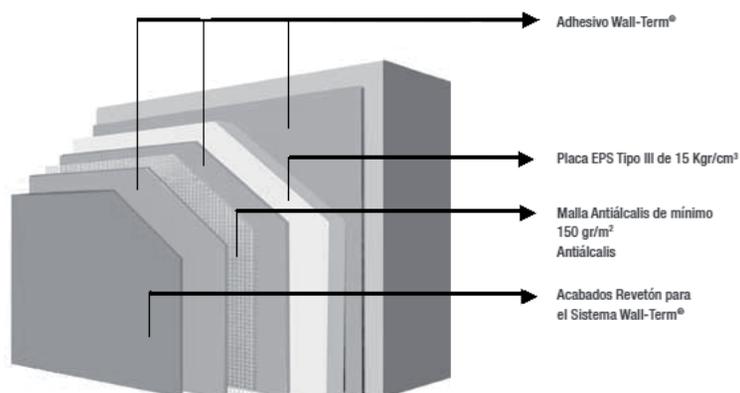


Figura 3. Aislamiento exterior sistema Wall-Term

Dado que la cubierta original estaba constituida por placas de fibrocemento y protegida posteriormente con una cubierta de chapa lacada, la decisión adoptada fue sustituirla. Para ello se contrató a una empresa especializada y homologada para la manipulación y retirada de estos productos.

Una vez retirada la cubierta se procedió al aislamiento del forjado superior mediante una capa de poliestireno extruido (XPS) de 40 mm de espesor. Como cubierta se empleo panel Sándwich lacado en ambas caras con alma de poliuretano de 40 mm de espesor sobre el cual se colocó una chapa nervada lacada obteniendo una cámara de aire suplementaria de 30 mm.

En el forjado inferior de la vivienda se obtiene la transmitancia deseada mediante las placas de poliestireno empleadas para el suelo radiante.

Los huecos y ventanas existentes en origen eran auténticos derrochadores energéticos y por ello se elimina la puerta de acceso por fachada norte y se sustituyen las ventanas con marco metálico por ventanas de aluminio con rotura de puente térmico a las que se incorpora vidrio 4.14.4 climaguard NL y lamina carglas de 4 mm. La evolución de las transmitancias desde el inicio a la finalización de la rehabilitación puede observarse en la tabla II.

<i>Transmitancias</i>	<i>Inicial</i>	<i>Previstas</i>	<i>Obtenidas</i>
Fachadas exteriores	0,91 / 1,98 W/ m ² .K	0,32 / 0,47 W/ m ² .K	0,28 W/ m ² .K
Cubierta	3,13 W/ m ² .K	0,20 / 0,34 W/ m ² .K	0,34 W/ m ² .K
Forjado suelo	2,25 W/ m ² .K	0,34 W/ m ² .K	0,34 W/ m ² .K
Huecos y ventanas	4,92 W/ m ² .K	1,50 / 2,90 W/ m ² .K	1,58 W/ m ² .K

Tabla II. Evolución de transmitancias

INSTALACIONES

Las instalaciones existentes (fontanería, electricidad, saneamiento, etc) han sido sustituidas en su totalidad al objeto de ser ejecutadas con criterios de sostenibilidad.

La instalación eléctrica se ha diferenciado en función de sus áreas y usos, adoptando los sistemas de control y protección adecuados en cada caso. Por ejemplo la alimentación de la red informática se encuentra diferenciada, con la posibilidad de alimentación ininterrumpida. En la instalación de iluminación se ha apostado por la tecnología led, e incorpora autómata de control con sensores de nivel de iluminación, favoreciendo la iluminación natural. En la zona carente de ventanas se incorpora un sistema de iluminación natural indirecta desde cubierta que disminuye notablemente el uso de iluminación artificial.

En las instalaciones de suministro de agua y saneamiento se ha tratado de ser muy cuidadosos con el medio ambiente, y a tal efecto se ha realizado una doble alimentación de agua, una de uso primario destinada a lavabo y fregadero y otra de uso secundario destinada a inodoro. En este sentido se aprovechan las aguas grises procedentes de lavabo y fregadero, y, junto con el agua de lluvia que se encuentra canalizada para su recogida, se trata en un depósito común y se utiliza en inodoro.

Las instalaciones térmicas se han centrado en la instalación de suelo radiante con zonas y circuitos diferenciados tanto en suministro como en control, como complemento se ha realizado una instalación de renovación de aire canalizado y con recuperación del mismo. Para ello se ha efectuado la colocación de un sistema de geotermia tierra-aire, también conocido como pozos provenzales o canadienses, que nos permiten el aporte de aire al edificio en mejores condiciones térmicas que el existente en el exterior. El sistema se complementa con un recuperador de calor de alta eficiencia que permite la recuperación del calor existente en el aire expulsado de renovación. El control del sistema de ventilación se realiza mediante sondas de calidad de aire instaladas en cada una de las zonas.



Figura 4. *Instalación de suelo radiante*

GENERACIÓN

Como el objetivo es que el balance energético sea cero, incorporamos en el edificio dos sistemas de generación eléctrica aislada de red, uno fotovoltaico mediante paneles policristalinos con una potencia de 2960 Wp y otro eólico mediante un aerogenerador de 400 Wp. La energía producida se almacena en un banco de baterías de 454 Ah C-100 a 48V. El suministro al consumo es facilitado por un inversor que permite la alimentación desde la red eléctrica convencional para cubrir la demanda punta que no sea capaz de abastecer nuestro sistema de generación.

El suministro de energía térmica lo obtenemos mediante una bomba de calor geotérmica alimentada por nuestro sistema de generación eléctrico. La instalación geotérmica está compuesta de dos sondas verticales simple U de Ø32mm y 100 m de profundidad cada una, una bomba de calor de 7kW, un depósito de inercia de 200 litros y un recuperador aire-agua. El control de la bomba de calor se realiza en función de condiciones exteriores e interiores de confort.

Disponemos de un sistema de captación de energía solar térmica compuesto por 4 captadores con una superficie total de captación de 10 m² y un depósito de acumulación de 200 litros con 2 serpentines. La utilidad inicial es la producción de ACS, si bien y dado la escasa demanda, su utilización preferencial es la de producir un almacenamiento térmico en el terreno a través de las sondas geotérmicas, para lo cual se ha dispuesto un sistema que permite tanto el calentamiento de ACS a través de la bomba de calor como el almacenamiento en el terreno a través del ACS.

RECUPERACIÓN

Son varias las medidas adoptadas para la recuperación y el uso eficiente de la energía. Por un lado el aprovechamiento de la luz natural en todas las zonas mediante la utilización de sensores de control de intensidad lumínica y el aporte de luz natural indirecta en zonas interiores. Por otro la recuperación del agua de lluvia y la reutilización del agua proveniente de lavabos. Otro punto importante de recuperación se encuentra en el aire de renovación, que preferentemente en invierno se produce una recuperación del calor del aire mediante el recuperador de doble flujo instalado en el circuito de renovación. Además en la época estival en que no se produce intercambio entre el aire de entrada y el de extracción, el aire de extracción se intercambia en el recuperador aire-agua de la bomba de calor para su reinyección al terreno.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a la dirección, profesores, alumnos y personal no docente del IES CONSTRUCCIÓN BHI por su estrecha colaboración en la ejecución y comprensión en el desarrollo de este proyecto.



Figura 5. Instalación geotérmica tierra-agua / tierra-aire



Figura 6. Antes y después de rehabilitar

Protocolo de actuación para la rehabilitación de la fachada de un edificio. Caso práctico del Edificio Corporativo FIATC

J. M. Labazuy, J. Llosa, M. Torralba, A. Peral. Grupo de Trabajo Fachadas Inteligentes - Clúster de Eficiencia Energética de Catalunya

Resumen: El Grupo de Trabajo "Fachadas inteligentes" del Clúster de Eficiencia Energética de Cataluña, ha desarrollado un Protocolo que determina una metodología de trabajo sistemático para la mejora de la envolvente del edificio. El Protocolo se establece en 5 pasos con una visión transversal y en función de la tipología del edificio y su magnitud se aplican en mayor o menor profundidad cada uno de estos pasos. Se expone un caso práctico de éxito de mejora significativa de la eficiencia y reducción del consumo energético.

Área temática: III. Rehabilitación y EECN.

Palabras clave: fachada, rehabilitación, simulación, supervisión, energía.

1. INTRODUCCIÓN

En el marco actual que nos encontramos con una limitación clara de los recursos financieros y un mercado energético conceptualmente inestable debido a actuaciones globales que no dominamos, hace que debamos pensar en una menor dependencia frente a estos recursos energéticos. Esto implica una apuesta clara hacia una reducción drástica de la demanda energética, una mejora de la eficiencia y utilización de la energía, así como el aprovechamiento de tecnologías con menores emisiones hacia la atmósfera.

Con este fin, el Grupo de Trabajo "Fachadas inteligentes" del Clúster de Eficiencia Energética de Cataluña, ha desarrollado un Protocolo que determina una metodología de trabajo sistemático para la mejora de la envolvente del edificio como primer paso indispensable para minimizar la demanda energética, el consumo energético y conseguir a medio plazo EECN por medio de la rehabilitación.

La rehabilitación energética de la envolvente nos permite una serie de mejoras transversales:

Integrar sistemas para la mejora sustancial de la eficiencia energética:

- reducir la demanda energética: aislamiento térmico, protección solar, etc.
- reducción y optimización de los equipos de climatización.
- aprovechamiento de la iluminación natural reduciendo los niveles de iluminación artificial.
- regulación de la ventilación, el control climático y la permeabilidad de la envolvente.
- generación de energía (solar, mini eólica).
- regulación automatizada de los diferentes sistemas adaptándolos a las condiciones exteriores e interiores.

Mejorar otros aspectos de confort (aislamiento acústico), funcionales y prestacionales.

Realizar la intervención o instalación de los sistemas sin afectar significativamente a los usuarios del edificio en caso de estar habitado, actuando por el exterior de la envolvente.

2. OBJETIVO

El Protocolo pretende establecer una metodología de trabajo en 5 pasos con una visión transversal y en función de la tipología de edificio y su magnitud se puedan aplicar en mayor o menor profundidad cada uno de ellos.

Paso 1. Análisis situación actual

Análisis detallado del estado de la envolvente del edificio

Análisis general de los sistemas, equipos e instalaciones

Análisis general del consumo energético

Indicadores reales para identificar los aspectos energéticos y de sostenibilidad más significativos

Paso 2. Monitorización-simulación

- Monitorización de las condiciones exteriores e interiores del edificio
- Simulación energética del edificio (Software de simulación Energyplus)
- Calibración Monitorización & Simulación

Paso 3. Prueba piloto

Prueba piloto demostrativa

Paso 4. Estrategia energética

Objetivos cliente: definir las estrategias para EECN y sostenibilidad

Estudio de posibles mejoras sobre la envolvente utilizando sistemas pasivos y/o sistemas activos

Requerimientos funcionales, cualitativos y normativos actuales y futuros

Estudio técnico-económico

Plan de actuación detallado

Paso 5. Ejecución y verificación

Ejecución de las mejoras

Medida y verificación de los ahorros energéticos

Gestión y supervisión energética EECN

Este proceso-metodología es un principio para reducir nuestra dependencia energética en el sector de la edificación, pero la realidad nos dice que la obtención real de EECN en el sector de la edificación existente será un trabajo a medio-largo plazo y con la implicación de equipos multidisciplinares como pudiera ser este Grupo de Trabajo.

3. PRESENTACIÓN RESUMIDA DE DATOS Y RESULTADOS

El edificio objeto del estudio real procede de una rehabilitación integral para la adecuación como Edificio Corporativo de FIATC situado en Barcelona y de acuerdo con los objetivos del cliente se buscaba un nuevo edificio con unas prestaciones de máxima eficiencia energética y una disminución real de su consumo energético, con una visión a largo plazo. Por ello, el proyecto se engloba en un intenso trabajo para la obtención de una certificación energética inicial de proyecto B actuando principalmente en las instalaciones.

Como la regla del mínimo consumo energético se presta a una división entre la demanda energética y el rendimiento/eficiencia de los equipos y sistemas, se consideraba necesario incidir de forma directa en la rehabilitación de la fachada con el objetivo de mejorar

prestaciones energéticas, de confort para los usuarios y obtener una certificación energética A, reduciendo considerablemente el consumo energético.

Los pasos del protocolo, como se indicaba se detallan a continuación:

Paso 1. Análisis situación actual

El edificio dispone de tres fachadas exteriores orientadas a noreste, sureste y noroeste con una proporción de hueco/opaco de un 50 %, carpintería metálica con doble vidrio y un factor solar estimado del 65%, numerosos puentes térmicos y problemas de elevadas temperaturas en el perímetro del edificio hecho que implica un consumo de refrigeración durante todo el año y por consiguiente zonas de disconfort debido al diseño de la climatización no pensado para este funcionamiento.



Figura 1. Vista general del edificio FIATC



Figura 2. Termografía en interior de fachada sureste en noviembre

Paso 2. Monitorización-simulación

Se realiza la simulación dinámica del edificio mediante un software que nos permite realizar un análisis exhaustivo y un diagnóstico de la situación actual, establecer los indicadores que nos permitan de forma objetiva un ahorro energético y una mejora de la eficiencia energética en fase de explotación.

La técnica de simulación, permite una predicción de los comportamientos frente a diversas alternativas planteadas en fase de proyecto, permitiendo un asesoramiento para la optimización de la solución con garantía de éxito desde el punto de vista energético.

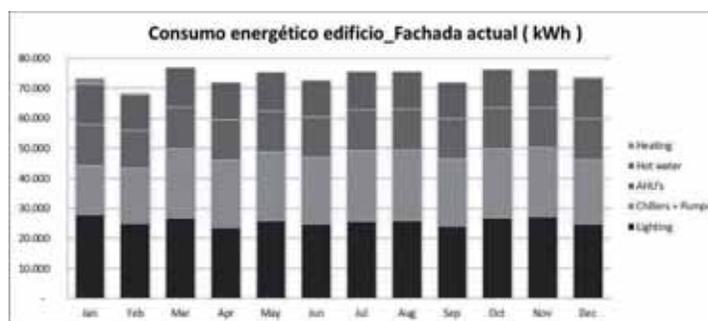


Figura 3. Simulación consumo energético con Energy Plus

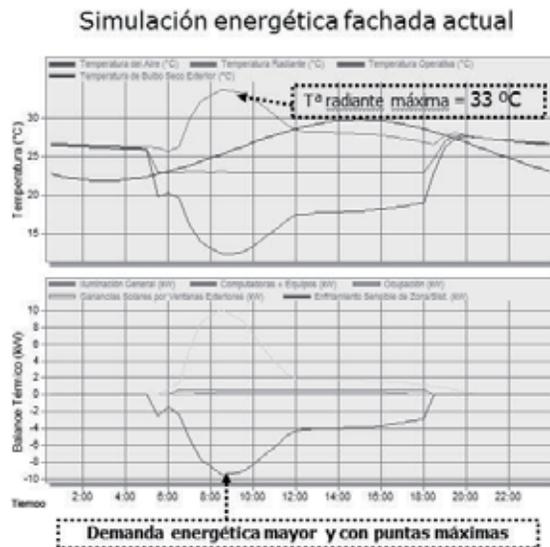


Figura 4. Simulación parámetros de confort con Energy Plus

Paso 3. Prueba piloto

No se ha realizado prueba piloto en este caso debido a la magnitud del alcance y dado que la propuesta actual de fachada y sus mejoras en las prestaciones energéticas están suficientemente consolidadas con la simulación.

Paso 4. Estrategia energética

La estrategia energética se realiza de forma conjunta con arquitectura e ingeniería actuando de la siguiente forma:

- Mejora de la fachada a través de la rehabilitación de la misma consistente en la eliminación de la plaqueta cerámica actual, hasta el soporte.
- Colocación de un sistema de aislamiento por el exterior (SATE) Sto Therm Classic con aislamiento de EPS de 4 cm, acabado con plaqueta de Klinker Sto Silt Cera formato 240 x 52 x 14 de color rojo.
- El sistema Sto Therm Classic ha contribuido aportando la solución térmica con garantías por la experiencia en su empleo en la rehabilitación de edificios similares y ha permitido mantener la línea de diseño de acabado con piezas cerámicas discontinuas originaria del edificio.

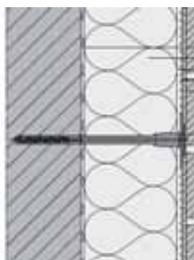


Figura 5. Detalle constructivo del sistema Sto Therm Classic acabado con cerámica

- Mejora de la carpintería con vidrio de altas prestaciones energéticas con factor de transmisión de 1.7 W/m² y factor solar de 0,29. Se reduce la T^a radiante a 26°C.
- Equipos de producción de altas prestaciones energéticas y máxima adaptación a la demanda del edificio.
- Reducción del consumo energético en un 50 % (450.000 kWh /año) comparando la simulación del edificio actual (paso 2) con la solución propuesta con mejores prestaciones:

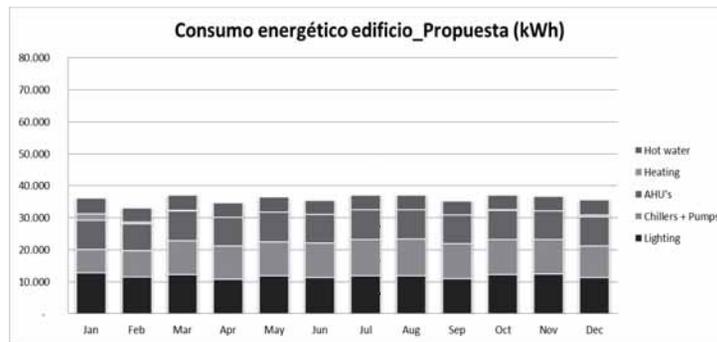


Figura 6. Simulación consumo energético con Energy Plus

- Objetivo de alta calificación energética B. En fase de obra se están optimizando prestaciones para el objetivo de calificación A.
- Gestión y supervisión energética en fase de explotación :

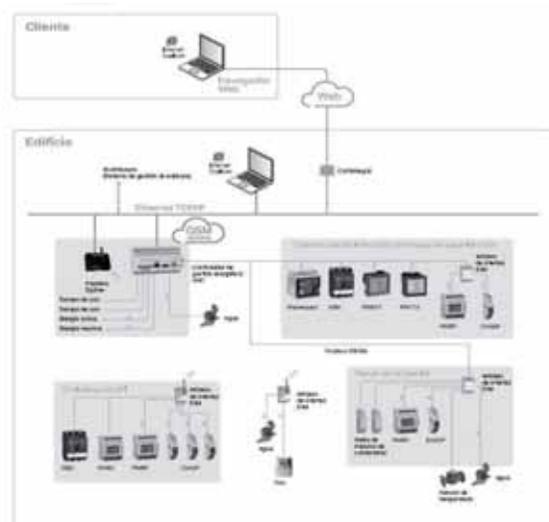


Figura 7. Infraestructura de gestión y supervisión energética edificio

Paralelamente se está analizando la posibilidad de implantación de:

- Certificación de Sostenibilidad LEED O&M, adecuada para la operación y el mantenimiento de edificios.

- Sistema de Gestión energética ISO 50.001, adecuada para el aseguramiento de los objetivos energéticos.

Paso 5. Ejecución y verificación de ahorros

Actualmente el edificio esta en fase de ejecución de obra y siguiendo en la línea del compromiso de FIATC para disponer de un edificio con la máxima eficiencia energética se ha previsto dotar al edificio de la infraestructura para la supervisión de manera que una vez en funcionamiento permita validar de forma real que el edificio cumple con los objetivos definidos en la estrategia energética y los ahorros previstos.

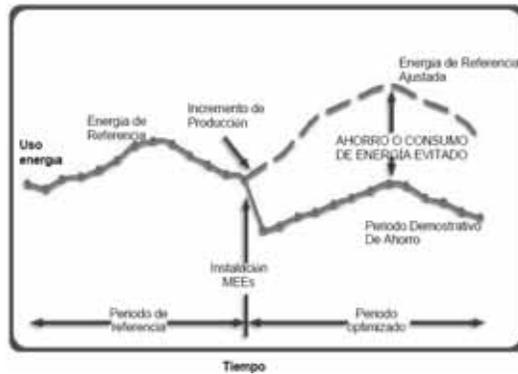


Figura6. Medida y Verificación

4. CONCLUSIONES

En primer lugar, el Protocolo de actuación para la rehabilitación de la envolvente de los edificios determina una metodología de trabajo que permite de forma sistemática y objetiva conseguir los objetivos de ahorro energético, económicos y medioambientales del cliente.

En segundo lugar, hay que tener claro que la consecución de EECN a través de la rehabilitación no será tarea fácil debido sobretodo a la necesidad de trabajar desde la fase inicial con equipos multidisciplinares (propiedad, arquitectura, ingeniería y consultoría principalmente) y que compartan los mismos objetivos.

En tercer lugar, hay que ser realistas entendiendo que necesitamos una mayor evolución de las nuevas tecnologías aplicadas, nuevos materiales, mejores herramientas de simulación, etc. para que seamos capaces de atraer inversiones dedicadas a la rehabilitación de fachadas y que con unas prestaciones económicas lo suficientemente atractivas estos objetivos marcados sean posibles.

5. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a FIATC, propietario del edificio y a GENARS, del mismo grupo y responsable del project management y arquitectura de la rehabilitación del edificio, su activa participación para la consecución de un edificio con una reducción considerable del consumo energético, una mejora de la eficiencia energética aplicada y por compartir el interés de explicar su caso de éxito y difundir un modelo posible, de aplicación real, en el sector de la edificación.

Dimensión territorial y experiencias piloto de rehabilitación energética en la Comunidad Autónoma del País Vasco

F. Rodríguez, M. Alzola, O. Macias, A. Pérez de Arrilucea y A. Romero. Tecnalía Research & Innovation – Unidad de Construcción

Resumen: Las políticas de regeneración urbana y rehabilitación del parque edificado en la Comunidad Autónoma del País Vasco durante los últimos años se ejemplifican en dos iniciativas coordinadas por Tecnalía Research & Innovation. La primera de estas iniciativas, promovida por el Departamento de Vivienda del gobierno Vasco, es la identificación de necesidades de rehabilitación mediante la confección de un documento de estudio denominado “Diagnóstico de las necesidades de intervención en la renovación del parque edificado de la CAPV”, elaborado conjuntamente con la Universidad del País Vasco y la Universidad Politécnica de Madrid. La segunda iniciativa es un proyecto de demostración, nearly Zero energy Neighborhoods (ZenN), cofinanciado por la Comisión Europea, y encaminado a demostrar la viabilidad técnica y económica de los procesos de rehabilitación energética avanzada, proporcionando ejemplos de referencia y avanzando en la creación de modelos financieros y de gestión que permitan la replicación masiva de estos procesos a escala urbana. Este proyecto desarrollará diferentes actuaciones en las ciudades de Eibar, Malmö (Suecia), Oslo (Noruega) y Grenoble (Francia).

Área temática: Rehabilitación y EECN

Palabras clave: Rehabilitación, vulnerabilidad, barrio, financiación, gestión.

1. DIMENSION TERRITORIAL

El Proyecto del Inventario de la CAPV, elaborado por Tecnalía en colaboración con los grupos de investigación universitarios giau+s (UPM) y caviar (UPV), surge a partir de la necesidad definida en el Plan Estratégico de Rehabilitación de edificios y regeneración urbana 2010-2013 del Departamento de Vivienda, Obras Públicas y Transportes del Gobierno Vasco, concretadas en:

Eje1: Profundizar en el diagnóstico y propiciar una intervención basada en prioridades.

Línea de actuación 1.1.: Determinación de parámetros de vulnerabilidad. Realización de un inventario de Edificios y de Barrios anteriores a 1980 de la CAPV como base para la identificación, programación de las prioridades de intervención.

El trabajo se basa en la elaboración de un diagnóstico de las edificaciones residenciales construidas entre 1900 y 1980 en la CAPV y su entorno urbano asociado, buscando determinar la situación real del espacio físico edificado.

La finalidad de éste trabajo, por tanto, ha sido responder a las preguntas clave que definan las estrategias de Rehabilitación, para orientar las políticas de regeneración urbana hacia los conjuntos urbanos prioritarios, a modo de establecer de forma operativa las prioridades y estrategias de intervención.

El estudio, realizado a escala de Sección Censal, abarca tanto el edificio como su entorno urbano asociado y se ha focalizado de acuerdo a los cinco parámetros de vulnerabilidad que se exponen a continuación:

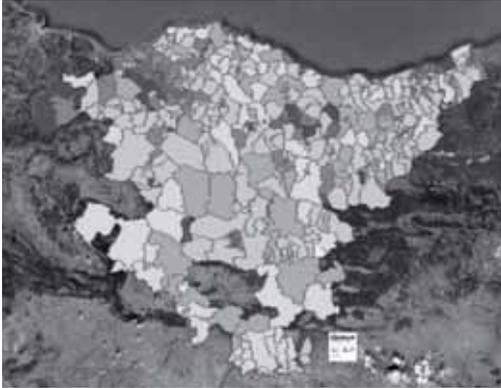
- ESTABILIDAD de edificación y estado de conservación de la envolvente.
- HABITABILIDAD enfocada hacia las dotaciones de las viviendas, dimensiones mínimas, estanqueidad, etc.
- ACCESIBILIDAD tanto a escala edificatoria como de barrio y su conexión con el resto de la ciudad.
- VULNERABILIDAD SOCIAL a nivel socio-demográfico y socio-económico.
- EFICIENCIA ENERGÉTICA, tanto a nivel de limitación de la demanda, como de abastecimiento energético del parque edificado.
- DENSIDAD de vivienda y densidad de población, para definir el grado de oportunidad de la intervención.

La metodología de los trabajos ha seguido las siguientes etapas:

- Análisis de Bases de Datos estadísticos disponibles.
- Geocodificación y tratamiento de Bases de Datos.
- Definición de Indicadores de Vulnerabilidad.
- Categorización de Indicadores (Análisis Factorial).
- Definición de Tipologías de Vulnerabilidad (Análisis Clúster).
- Realización de Trabajos de Campo (Entrevistas + Inspecciones).
- Interpretación de resultados y conclusiones.
- Elaboración de 3 Proyectos Piloto de intervención a nivel de estudios previos.

En lo referente a la eficiencia energética del parque edificado, cabe señalar, por un lado, la práctica inexistencia de datos sobre los que construir un diagnóstico detallado, lo que ha obligado a realizar estimaciones derivadas de la edad del parque edificado; a la vez, el cruce de observaciones a partir de la situación detectada en otros parámetros del estudio, junto con el trabajo de campo complementario a los estudios estadísticos realizados, nos arrojan una imagen de absoluta precariedad en cuanto a la eficiencia energética del parque edificado. Esto incide no sólo en los consumos energéticos, sino también en carencias de confort térmico que potencialmente afectan a la salud de determinados grupos poblacionales.

El resultado final del Proyecto es una Herramienta GIS de gestión de datos basada en un mapa de la CAPV con la localización de secciones censales en función de su grado de vulnerabilidad, tal y como se muestra en la siguiente imagen:



- 1: Tipología de Vulnerabilidad MUY ALTA**
- 2: Tipología de Vulnerabilidad ALTA**
- 3: Tipología de Vulnerabilidad MEDIA ALTA**
- 4: Tipología de Vulnerabilidad MEDIA**
- 5: Tipología de Vulnerabilidad MEDIA BAJA**
- 6: Tipología de Vulnerabilidad BAJA**
- 7: Tipología de Vulnerabilidad MUY BAJA**

Figura 1. *Visión general de vulnerabilidad en el parque edificado de la CAPV.*

Las tipologías de vulnerabilidad identificadas abarcan distintas combinaciones de los parámetros antes relacionados, y cabe señalar que la eficiencia energética, aún siendo el factor de vulnerabilidad más habitualmente presente en el parque edificado, no es percibida como tal por propietarios, inquilinos o administraciones locales. Diversos factores inciden en esta percepción: el coste de las obras a acometer, las molestias asociadas a dichos procesos, las dificultades derivadas de la compleja estructura de propiedad existente en la mayoría de los casos etc... El resultado es la sistemática pérdida de oportunidades para la rehabilitación energética de edificios residenciales.

Consciente de esta situación, la CAPV, ha articulado una serie de iniciativas para promover la rehabilitación energética del parque edificado. Junto con la adopción de un enfoque integrado del que la herramienta expuesta con anterioridad es un ejemplo, la introducción de criterios de eficiencia energética para el acceso a ayudas a la rehabilitación, la mejora de información o la colaboración entre administraciones, desde el Departamento de Vivienda, Obras Públicas y Transportes se articulan otras iniciativas:

- Estructuración de un Sistema de Anticipación y Vigilancia Tecnológica.
- Inserción en las Redes de Investigación Europeas para el intercambio de experiencias.
- Ejecución de actuaciones piloto en áreas estratégicas y conjuntos edificados.

2. EXPERIENCIAS PILOTO

Dentro de este planteamiento se enmarca el proyecto ZenN (*nearly Zero Energy Neighborhoods*) coordinado por Tecnalía y coparticipado por el Departamento de Vivienda, Obras Públicas y Transportes del Gobierno Vasco, el Ayuntamiento de Eibar, la Sociedad para el Desarrollo Económico del Bajo Deba (DEBEGESA), junto con administraciones y centros de investigación de Suecia (Malmö), Noruega (Oslo), y Francia (Grenoble).

La experiencia planteada en Eibar dentro del Proyecto ZenN consiste en la rehabilitación de un conjunto edificado compuesto por 21 comunidades de vecinos (con un total de 197 viviendas), con el nombre de Juan Antonio Mogel. Se trata de un desarrollo residencial de principios de los años 50 sobre una ladera, y puede considerarse un ejemplo de la situación habitual del parque

existente, tanto en tipología de vivienda, como en materiales empleados, condición actual y rendimiento energético.



Figura 2. Conjunto “Juan Antonio Mogel”. Ámbito de intervención del Proyecto ZenN en Eibar.

El proceso de rehabilitación planteado se articula en torno a dos ámbitos de actuación: la mejora de la accesibilidad a las viviendas (para lo cual se plantea la instalación de ascensores en los portales), complementara a las acciones ya realizadas por el Ayuntamiento con la instalación de ascensores urbanos y rampas mecánicas exteriores, y la eficiencia energética. En este aspecto se plantea la mejora de las prestaciones térmicas de la envolvente, hasta mejorar en un 100% las prestaciones exigidas por el CTE a un edificio nuevo, así como diferentes actuaciones sobre las instalaciones térmicas del edificio (Centralización, uso de energías renovables).



Figuras 3 y 4. Vistas del conjunto “Juan Antonio Mogel”.

Más allá del grado de innovación tecnológica que puede admitir una actuación de este tipo, el principal objetivo del Proyecto ZenN es encontrar el equilibrio óptimo entre la reducción de los consumos energéticos de la edificación a través de la incorporación de innovaciones tecnológicas al proceso de rehabilitación, y la viabilidad de una actuación que aproveche la economía de escala, sobre la que inciden también factores económicos y sociales. De este modo se pretende “paquetizar” un modelo integral y viable de intervención que facilite la replicación masiva de procesos de rehabilitación energética del parque edificado en diferentes contextos climáticos, sociales y económicos en Europa.

Una vez ejecutados los trabajos de renovación, los resultados del proyecto en lo referente a reducción de consumos energéticos se medirán mediante la monitorización de consumos en una muestra significativa de viviendas, durante un año. De este modo se podrá disponer de un baremo fiable del éxito de la actuación.

El proyecto complementa la realización de las experiencias en distintas ciudades europeas con una serie de investigaciones sobre los diferentes modelos de gestión y financiación disponibles para la ejecución de procesos de rehabilitación, el diseño e implementación de actividades de diseminación y formación tanto para los sectores profesionales implicados en estos procesos (Talleres, publicaciones) como para los propietarios y habitantes de las viviendas susceptibles de mejora energética. También se prevé la redacción de planes de replicación a desarrollar por las diferentes administraciones locales implicadas en el proyecto.



Figuras 5, 6 y 7. Actuaciones en Grenoble, Oslo, y Malmö.

2. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los equipos de los profesores Rufino Hernández (caviar-UPV) y Agustín Hernández Aja (giau+s-UPM) la fructífera colaboración en la elaboración del “Diagnóstico de las necesidades de intervención en la renovación del parque edificado de la CAPV”, y a Igor Sartori (Sintef), Annemie Wyckmans (NTNU), y Per Lofgren (IVL), así como las ciudades de Eibar, Malmö (Suecia), Oslo (Noruega), y Grenoble (Francia), por su implicación en el Proyecto ZenN.

3. REFERENCIAS

Departamento de Vivienda, Obras Públicas y Transportes. Gobierno Vasco. (2010): “Plan Estratégico de Rehabilitación de edificios y regeneración urbana 2010-2013”
http://www.garraioak.ejgv.euskadi.net/r41-2208/es/contenidos/nota_prensa/nptv_20110202_rehab/es_nptv/adjuntos/plan_estrateg_rehab.pdf.

La importancia del hueco en la fachada. *Puerto Chico se mueve, rehabilitación energética en edificios de los 60*

Lucía Martí Moreno (Q-21arquitectura)¹, Miguel Ángel Pumariega García (Q-21arquitectura)² y Reyes J.M. (prof. curso especialización UPM "Flexibilidad en viviendas con sistemas estandarizados ")³

Resumen: Los huecos de fachada constituyen un elemento clave para solucionar los problemas de eficiencia energética, sobre todo en los edificios derivados del boom de los años 60, existentes en todas las periferias de nuestras ciudades, donde las viviendas se repetían incontables veces sin tener en cuenta factores como orientación, soleamiento y ventilación. La Colonia de Puerto Chico es un ejemplo de ello.

Puerto Chico se mueve es una iniciativa vecinal que pretende llevar a cabo la rehabilitación funcional y energética de una colonia de los 60, de más de 4200 viviendas, en Aluche, Madrid. La problemática específica de esta colonia, radica en la gran presencia de huecos en la fachada, ya que la totalidad o gran parte de la terraza corrida que presentaba originariamente el edificio ha sido ocupada y transformada por los usuarios en espacios habitables como dormitorios, salas de estar, estudios... Los cerramientos originales, ya de por sí deficientes, han pasado a ser una mera partición interior y los cerramientos colocados en la terraza, son la envolvente actual del edificio. Siendo éstos más deficientes aún, presentan graves pérdidas energéticas, así como patologías diversas de humedades de condensación y sobrecargas en el voladizo de la terraza.

Área temática: Rehabilitación energética

Palabras clave: envolvente, huecos de fachada, demanda, eficiencia energética, rehabilitación sostenible

1. INTRODUCCIÓN

La Colonia de Puerto Chico, se conforma como barrio de Madrid en la década de los 60, partiendo del Plan Parcial de la Ciudad Parque Aluche. El gran proceso especulativo que se vivió en esa época, no falto de estafas, generó una zona urbana de muy elevada densidad (133 viv./ha, más 4200 en total), con superficies muy pequeñas (52 m² útiles) y construidas con materiales e instalaciones de escasa calidad.

Tras más de 40 años de vida, la colonia entera, ha sufrido una degradación constante. Dicha degradación, al contrario de lo que podría suponerse, no se debe a una falta de recursos, dado que, en general, se ha invertido en el mantenimiento y renovación de los materiales e instalaciones originales, sino que es debida principalmente a los siguientes motivos:

1. **La ocupación y cerramiento de las terrazas** con el fin de obtener mayor número de habitaciones, de forma desorganizada, sin reglas y criterios técnicos, ha hecho que proliferen descontroladamente cerramientos de muy diversa índole y a menudo de pésima calidad. Además la imagen urbana de deterioro que proyecta el barrio se encuentra presente en el subconsciente de todas sus gentes.

2. **La carencia de ascensor y la dificultad para su instalación**, debido a que su implantación supondría modificar el tendadero, que ha sido transformado en cocina en la mayor parte de los casos, ha generado la escapada de su población originaria. Puerto Chico, se convierte así, en un barrio de fuga o una estación de tránsito, cuyo único atractivo existente son sus precios económicos.

“Puerto Chico se mueve” es un proyecto actualmente en fase de desarrollo, que mediante un proceso participativo de acción-concienciación vecinal pretende realizar el reciclaje urbano de la colonia. El proyecto se viene desarrollando por Q-21 arquitectura (Lucía Martí y Miguel A. Pumariega) en colaboración con la Asociación de Vecinos de Puerto Chico y el apoyo de José Miguel Reyes, profesor del curso de especialización de la UPM "Flexibilidad en viviendas con sistemas estandarizados".



Figura 1. Fotografías del estado original de las terrazas de fachada y actual tras las intervenciones realizadas por los usuarios

Rehabilitación sostenible estandarizada

La propuesta, propone la ampliación de las viviendas por fachada, como incentivo para los vecinos a la hora de realizar las obras, además de como medio de renovación profunda en la calidad de las viviendas y la imagen urbana de los edificios.

El proyecto opera principalmente con los siguientes mecanismos

Introducción de criterios de sostenibilidad energética, a la hora de renovar la envolvente y las instalaciones de una edificación actualmente obsoleta.

Empleo de la estandarización/industrialización de los procesos constructivos, con el fin de conseguir un resultado flexible, un "sistema abierto" fácilmente manipulable por el usuario y por lo tanto, con capacidad de cambio. Así la ampliación de las viviendas se realiza mediante el montaje de unas unidades 3D (cabinas), de dimensiones muy reducidas (1.8x1.2m y 2.7x1.2m) pero que sirven para equipar las viviendas. Las cabinas, montadas mediante grúas, se complementan con unas unidades intermedias (jardineras) que aseguran la ventilación adecuada de los espacios interiores.

La intervención en el edificio, además de modificar la envolvente, e instalar el ascensor, se acompaña de una modificación/renovación total de las instalaciones comunes y, así mismo, pretende propiciar intervenciones flexibles en el interior de las viviendas con el fin de adecuarlas a las necesidades tanto actuales como futuras.



Figura 2. Sistema de cerramiento propuesto con la intervención

2. OBJETIVOS

El proyecto completo de “Puerto Chico se mueve” analiza el comportamiento energético de los edificios de la colonia desde múltiples aspectos, sin embargo, en esta ocasión nos hemos centrado en el estudio de las fachadas del edificio tanto exteriores como de patios y, en concreto en los huecos existentes.

Para el estudio de las fachadas se han tenido en cuenta tres situaciones del edificio:

1. **Situación 1: la fachada original homogénea**, formada por un muro de carga de 1 pie de ladrillo perforado, con revestimiento interior de yeso, sin aislamiento térmico ni cámara de aire de ningún tipo, con carpinterías de acero o de aluminio sin r.p.t. y cristal monolítico de 6 mm.
2. **Situación 2: la fachada transformada por los usuarios a lo largo de los años** formada por diversos cerramientos heterogéneos de muy diversa índole, pero en líneas generales son cerramientos opacos que empeoran las condiciones de la fachada original ya que los usuarios, para no perder espacio, han colocado siempre $\frac{1}{2}$ pie de ladrillo perforado, en lugar de 1 pie, con yeso en el interior y sin aislamiento térmico alguno. Por otra parte, se ha aumentado la superficie de huecos en fachada, ya que por lo general se ha colocado un peto de ladrillo y una ventana corrida superior en lugar de hacer huecos puntuales como tenía el edificio original. La única mejora que se ha producido a lo largo de los últimos años ha sido la renovación de los vidrios añadiendo una cámara de aire.
3. **Situación 3: la fachada propuesta con la intervención**, está formada por unos módulos 3D industrializados de ampliación de las viviendas, que mediante un cerramiento ligero de construcción en seco, materiales especializados y adecuados a su función consigue altos rendimientos energéticos con espesores mucho menores. Las carpinterías propuestas son el **perfil Eurofutur de Kömmerling con un vidrio Guardian sun 4/16/4 Float claro**

Hay que tener en cuenta que en el diseño inicial de los edificios no se atendió a la orientación y el soleamiento de las viviendas y los edificios son todos iguales pero orientados de dos formas, en dirección norte-sur y este-oeste. Esto hace que las viviendas que se iluminan y ventilan por la fachada norte carezcan totalmente de soleamiento. Salvo el escaso sol que entra por el patio interior en las últimas plantas, desde la 3ª planta hacia abajo, estas viviendas carecen totalmente de soleamiento en la vivienda. Sin embargo, en esa fachada norte no se pueden reducir los huecos al ser éstos los únicos disponibles en dichas viviendas. Por ello, en las rehabilitaciones de edificios, dado que es imposible cambiar la orientación de las viviendas se hace imprescindible colocar carpinterías de muy alta calidad que compensen dichas carencias de diseño inicial.



Figura 3. Alzados de la fachada actual y la reformada. Imagen 3D de la intervención.

4. PRESENTACIÓN RESUMIDA DE DATOS Y RESULTADOS

Como los cerramientos colocados por los usuarios son muy variables, los datos mostrados pertenecen a un edificio en concreto con orientación este-oeste, que puede significarse como representativo de los existentes en la colonia.

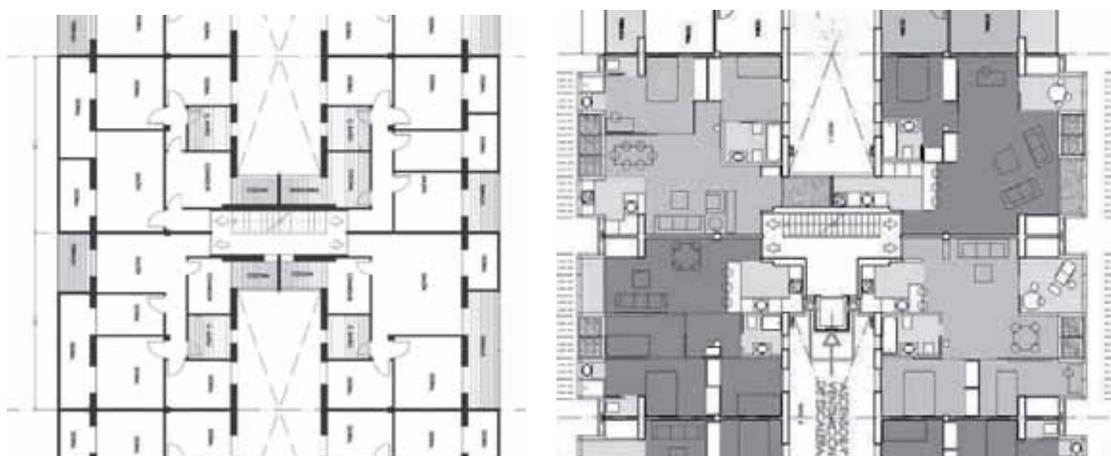


Figura 4. Planta actual y reformada del edificio

Tabla I. Datos de la fachada original del edificio con orientación este-oeste

FACHADA EXT	CERRAM. OPACOS		HUECOS	
<i>Orientación</i>	<i>Superficie (m²)</i>	<i>Transmitancia térmica U (W/m² k)</i>	<i>Superficie (m²)</i>	<i>Transmitancia térmica U (W/m² k)</i>
<i>E</i>	179.96	1.38	80.32	5.7
<i>O</i>	218.92	1.38	90.72	5.7
PATIOS	CERRAM. OPACOS		HUECOS	
<i>Orientación</i>	<i>Superficie (m²)</i>	<i>Transmitancia térmica U (W/m² k)</i>	<i>Superficie (m²)</i>	<i>Transmitancia térmica U (W/m² k)</i>
<i>N</i>	63.4	1.34	-	-
<i>S</i>	63.4	1.34	5.4	5.7
<i>E</i>	177.04	1.34	18.96	5.7
<i>O</i>	177.04	1.34	18.96	5.7

Tabla II. Datos de la fachada transformada por los usuarios a lo largo de los años (reducción de las partes opacas del 30%)

FACHADA EXT	CERRAM. OPACOS		HUECOS	
<i>Orientación</i>	<i>Superficie (m²)</i>	<i>Transmitancia térmica U (W/m² k)</i>	<i>Superficie (m²)</i>	<i>Transmitancia térmica U (W/m² k)</i>
<i>E</i>	125.97	2.08	134.31	3.8
<i>O</i>	150.24	2.08	159.40	3.8
PATIOS	CERRAM. OPACOS		HUECOS	
<i>Orientación</i>	<i>Superficie (m²)</i>	<i>Transmitancia térmica U (W/m² k)</i>	<i>Superficie (m²)</i>	<i>Transmitancia térmica U (W/m² k)</i>
<i>N</i>	63.4	1.34	-	-
<i>S</i>	63.4	1.34	5.4	3.8
<i>E</i>	177.04	1.34	18.96	3.8
<i>O</i>	177.04	1.34	18.96	3.8

Tabla III. Datos de la fachada propuesta con la intervención (reducción de las partes opacas del 30%)

FACHADA EXT	CERRAM. OPACOS		HUECOS	
<i>Orientación</i>	<i>Superficie (m²)</i>	<i>Transmitancia térmica U (W/m² k)</i>	<i>Superficie (m²)</i>	<i>Transmitancia térmica U (W/m² k)</i>
<i>E</i>	125.97	0.22	134.31	1.3
<i>O</i>	150.24	0.22	159.40	1.3
PATIOS	CERRAM. OPACOS		HUECOS	
<i>Orientación</i>	<i>Superficie (m²)</i>	<i>Transmitancia térmica U (W/m² k)</i>	<i>Superficie (m²)</i>	<i>Transmitancia térmica U (W/m² k)</i>
<i>N</i>	63.4	0.36	-	-
<i>S</i>	63.4	0.36	5.4	1.3
<i>E</i>	177.04	0.36	18.96	1.3
<i>O</i>	177.04	0.36	18.96	1.3

Tabla IV. Comparación entre las distintas situaciones 1, 2 y 3

COMPARACIÓN ENTRE LAS SITUACIONES 1 Y 2: Cuantificación de la mejora del comportamiento térmico de las fachadas	
FACHADA EXT	% REDUCCIÓN DE PERDIDAS POR ELEMENTO RESPECTO DEL TOTAL
<i>Cerram. opacos</i>	-11.55 %
<i>Carpinterías</i>	13.45 %
PATIOS	% REDUCCIÓN DE PERDIDAS POR ELEMENTO RESPECTO DEL TOTAL
<i>Cerram. opacos</i>	0%
<i>Carpinterías</i>	3.41 %
TOTAL	5.30%
COMPARACIÓN ENTRE LAS SITUACIONES 2 Y 3: Cuantificación de la mejora del comportamiento térmico de las fachadas	
FACHADA EXT	% REDUCCIÓN DE PERDIDAS POR ELEMENTO RESPECTO DEL TOTAL
<i>Cerram. opacos</i>	20.55 %
<i>Carpinterías</i>	29.38 %
PATIOS	% REDUCCIÓN DE PERDIDAS POR ELEMENTO RESPECTO DEL TOTAL
<i>Cerram. opacos</i>	18.85%
<i>Carpinterías</i>	4.33 %
TOTAL	73.11%

Tabla V. Cuadro comparativo entre situación 3 y un edificio de iguales características que simplemente se limitase a cumplir el CTE.

CUADRO COMPARATIVO: SITUACIÓN 3 / CUMPLIENDO CTE. PÉRDIDAS ENERGÉTICAS							
FACHADAS Y PATIOS: CERRAM. OPACOS				FACHADAS Y PATIOS: CARPINTERIAS			
Usit3TOT (W/°K)	UcteTOT (W/°K)	Pérdidas (totales)	Pérdidas (en %)	Usit3TOT (W/°K)	UcteTOT (W/°K)	Pérdidas (totales)	Pérdidas (en %)
233,88	499,68	-265,80	-53,19	438,14	1078,50	-640,36	-59,38

Estos cálculos se han realizado siguiendo las fichas de evaluación energética que proporciona la EMVS del Ayuntamiento de Madrid para la realización de las Inspecciones Técnicas de los Edificios.

4. DISCUSIÓN DE ÉSTOS

Tras el análisis de los resultados anteriores se ve cómo a pesar de haber empeorado considerablemente los propios usuarios mediante sus actuaciones las transmitancias térmicas de los cerramientos opacos de la fachada exterior, el hecho de haber mejorado las carpinterías con un vidrio con cámara supone una mejora en las pérdidas del 16.86%. Sin embargo, a pesar de la pequeña mejora conseguida, debido a los graves problemas de humedades de condensación, pérdidas energéticas, sobrecarga estructural, por no mencionar los problemas estéticos, que generan los precarios cerramientos opacos colocados, no permiten dar por buena la situación 2, es decir la situación actual.

Analizando los resultados obtenidos tras comparar las situaciones 2 y 3, se ve cómo mejorando los aislamientos de todo el cerramiento las mejoras se elevan considerablemente y cómo el porcentaje de mejora debido a las carpinterías colocadas en los huecos, que supone un 33.71% es de vital importancia a la hora de renovar la envolvente.

Por último, vemos cómo la propuesta de intervención descrita en la situación 3 mejora considerablemente los resultados de un edificio que simplemente se limite a cumplir el CTE, obteniendo unas transmitancias térmicas mucho menores y unas pérdidas negativas.

5. CONCLUSIONES

Las carpinterías colocadas en los huecos de la envolvente térmica de los edificios son de vital importancia para mejorar el comportamiento energético de los edificios, más en la rehabilitación de edificios, donde gran parte de las condiciones de diseño originales no pueden ser modificadas.

6. BIBLIOGRAFÍA

GIL-SANZ y REYES, J. M.(2004): “domino_21”. Constructec’o4-IFEMA
REYES, J.M., (2008) “d21_system: un juego para ser habitado”. Maireia Ed.

Rehabilitación Sostenible. Ahorro de energía a través de la envolvente

Silvia Herranz. URSA Ibérica aislantes

Área temática: Rehabilitación y EECN

REHABILITACIÓN SOSTENIBLE. AHORRO DE ENERGÍA A TRAVÉS DE LA ENVOLVENTE:

Hoy en día, al hablar de edificios, intrínsecamente estamos hablando de un alto nivel de confort, tanto térmico y acústico, especialmente los residenciales, en los cuales el confort llega a ser crítico, dado que son lugares de descanso y de desconexión dentro de las grandes ciudades. Por lo cual las exigencias de los usuarios con respecto a ellos es sumamente elevado.

En la actualidad, se podrían generar más muertes debido a la pobreza energética de los edificios en España, entre 2.300 a 9.300 muertes prematuras, que muertes en accidentes de tráfico en carreteras, 1.480 personas en 2011, según un *Estudio de Pobreza Energética. Potencial de generación de empleo derivado de la rehabilitación energética de viviendas*. realizado por la Asociación de Ciencias Ambientales dentro del marco del proyecto REPEX.

Para conseguir este confort, es importante seguir unos criterios que colaboren con el desarrollo sostenible, sin pretender, que se consiga introduciendo un exceso de energía al edificio, que estaremos malgastando. Simplemente aislando la envolvente, se podrá ahorrar una gran cantidad de energía, por lo que conseguiremos un equilibrado confort térmico, consumiendo una pequeña cantidad de energía.

Esta medida, repercute de manera directa en las instalaciones de calefacción y refrigeración, y en consecuencia en la emisión de contaminantes, al realizar una mínima intervención en la envolvente, ya se está actuando directamente en los impactos emitidos por los edificios, tales como el cambio climático, salud, bienestar y productividad para los usuarios....

Hoy en día, existen una gran cantidad de sencillas herramientas, en las cuales nos podemos apoyar para hacer una simulación de un edificio tanto de sus consumos, ahorros y periodos de amortización. A continuación se puede observar un cálculo previo de una rehabilitación, a la cual ha sido sometido un bloque de viviendas de 3 plantas,

anterior a Código Técnico de la Edificación, situado en Madrid, cuya Zona Climática D3.

Los sistemas constructivos de los cuales se parte, son los siguientes:

Fachada: $\frac{1}{2}$ pie de ladrillo con enlucido de 1,5 cm de espesor

Cubierta: Cubierta plana invertida acabado con impermeabilización autoprotegida con forjado de bovedilla cerámica 20+4 y enlucido de yeso de 1,5 cm de espesor

Suelo en contacto con el terreno: Forjado de bovedilla cerámica 20+4 y acabado de terrazo en el interior.

Si tenemos en cuenta, que la mayor pérdida se produce por las cubiertas (alrededor de un 30% de las pérdidas energéticas del edificio), seguidas por los cerramientos exteriores (aproximadamente de 25% de las pérdidas energéticas del edificio) y continuando por el suelo en contacto con el terreno (del orden de un 7% de las pérdidas energéticas del edificio), se utilizarán espesores mayores en cubierta, seguidos por los de fachadas, y los menores espesores en suelos en contacto con el terreno, así como muros enterrados).

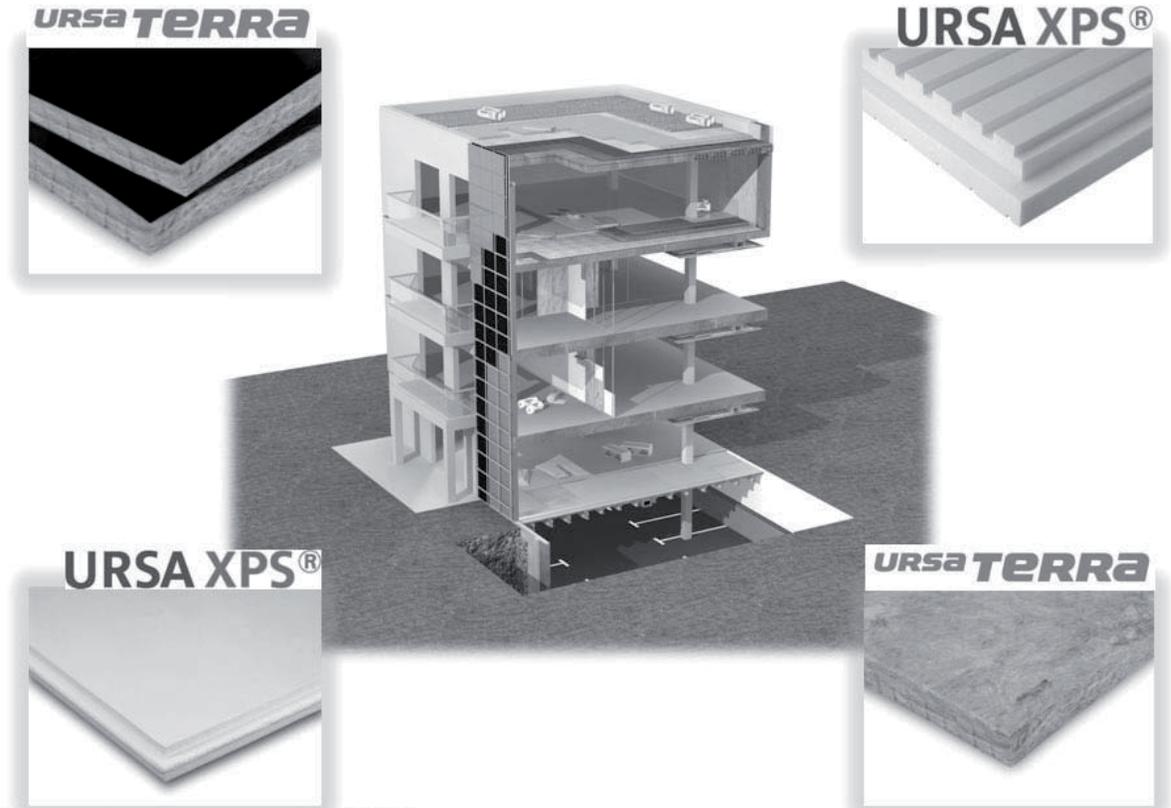


Las medidas que han sido adoptadas son:

Fachada: Realizando una fachada ventilada con lana mineral URSA TERRA VENTO de 90 mm de espesor, que además de evitar las pérdidas energéticas aporta confort acústico necesario para el cumplimiento de la Normativa y dejando respirar al edificio.

Cubierta: Cubierta invertida con Poliéstireno extruido URSA XPS NIII L de 140 mm de espesor.

Suelo: En el suelo y muros en contacto con el terreno colocar Poliéstireno extruido URSA XPS NIII L de 55 mm de espesor.



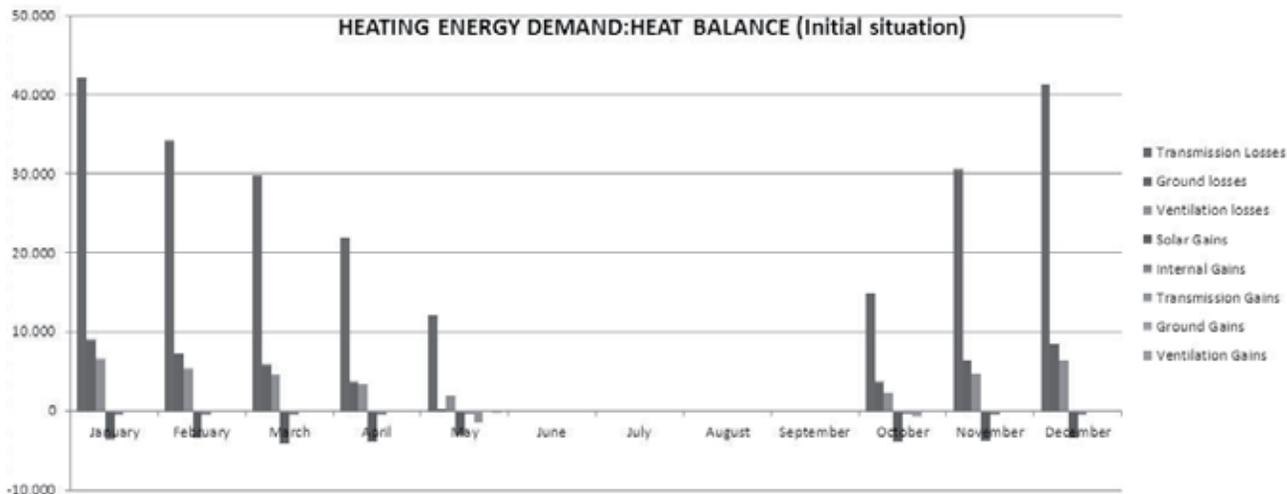
Realizando los cálculos de la demanda de energía acorde a la Norma UNE EN 13790, método mensual simplificado en Rehabilitaciones. En la siguiente imagen se pueden observar las medidas aplicadas, que anteriormente se han explicado, y los resultados de la demanda de energía tanto en Calefacción como en Refrigeración, así como el total de la demanda de Energía en KWh/m² al año, con sus correspondientes

Energy demand calculation according EN 13790						URSA URSA
Monthly method						
Simplified data introduction for refurbishment						
Name (reference of the building)	Bloque de viviendas					
Location	(Ej) Madrid					
Internal gross surface (m ²)	300					Initial situation
Internal volume (m ³)	2700					Final Situation
Air infiltration and ventilation (n)	Initial situation	Final Situation			Heating Energy demand kWh/m ² /year	899
Heat Air recovery exchanger (0 to 1)	Usual air tightness (m ³)	Usual air tightness (m ³)			Cooling Energy demand kWh/m ² /year	172
Night ventilation in summer (n)	0	0,5			Total Energy Demand kWh/m ² /year	1.070
Internal Gains (Wh/m ²)	Low night ventilation (n)	Usual night ventilation			Saving heating %	91,4%
Internal Thermal mass (kg/m ²)	Medium internal Gains residential (30Wh/m ²)				Saving Cooling %	83,7%
	Medium (300 kg/m ²)	Medium (300 kg/m ²)			Saving Total %	90,1%
External walls						
	South	South East	East	Nord / NEast/NWest	West	South West
Gross area (m ²)	225		110		225	110
Window area percentage (0 to 1)	0.25		0.20		0.20	0.20
Initial Situation						
Opaque walls insulation	No insulation (Rins=0)	--	No insulation (Rins=0)	No insulation (Rins=0)	--	No insulation (Rins=0)
Windows and frames	1 Glz. + Wood frame	--	1 Glz. + Wood frame	1 Glz. + Wood frame	--	1 Glz. + Wood frame
Summer solar protection	No sun protection	--	No sun protection	No sun protection	--	No sun protection
Thermal Bridges factor	High impact (I=1,5)	--	High impact (I=1,5)	High impact (I=1,5)	--	High impact (I=1,5)
Final situation						
Additional insulation	80mm (R035)	--	80mm (R035)	80mm (R035)	--	80mm (R035)
Windows and frames	2 Glz. Low E + PVC fra	--	2 Glz. Low E + PVC fra	2 Glz. Low E + PVC fra	--	2 Glz. Low E + PVC fra
Summer solar protection	Standard sun protectio	--	Standard sun protectio	No sun protection	--	Standard sun protectio
Thermal Bridges factor	Very low impact (I=1,05)	--	Very low impact (I=1,05)	Very low impact (I=1,05)	--	Very low impact (I=1,05)
Roof Ground Floor Exterior floors (or walls without solar radiation)						
Gross area (m ²)	300	300				
Window area percentage (0 to 1)	0	--				
Initial Situation						
Opaque walls insulation	No insulation (Rins=0)	No insulation (Rins=0)	--	--	--	--
Windows and frames	--	--	--	--	--	--
Summer solar protection	--	--	--	--	--	--
Thermal Bridges factor	--	--	--	--	--	--
Final Situation						
Additional insulation	140mm (R075)	95mm (R075)	--	--	--	--
Windows and frames	--	--	--	--	--	--
Summer solar protection	--	--	--	--	--	--
Thermal Bridges factor	--	--	--	--	--	--

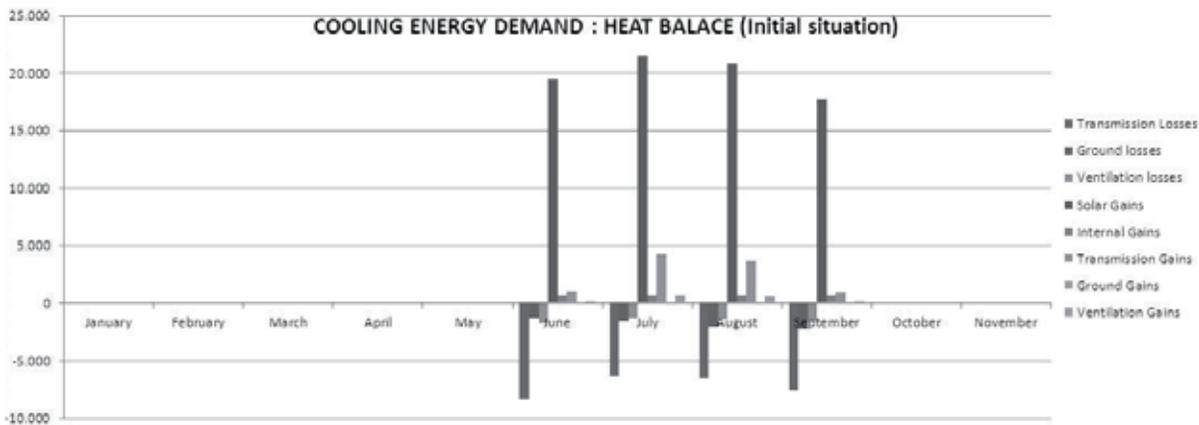
porcentajes en el ahorro en estas instalaciones y en el ahorro total del edificio que asciende a un 90,1%.

En las siguientes gráficas se puede observar la demanda de energía tanto en Calefacción como en Refrigeración en el estado inicial del edificio. Se pueden ver las distintas pérdidas del edificio, en color azul las producidas por transmisión de la envolvente, en verde las producidas por ventilación y en granate las producidas por el suelo. A estas pérdidas, se contrarrestan por las ganancias internas, las producidas por transmisión, por

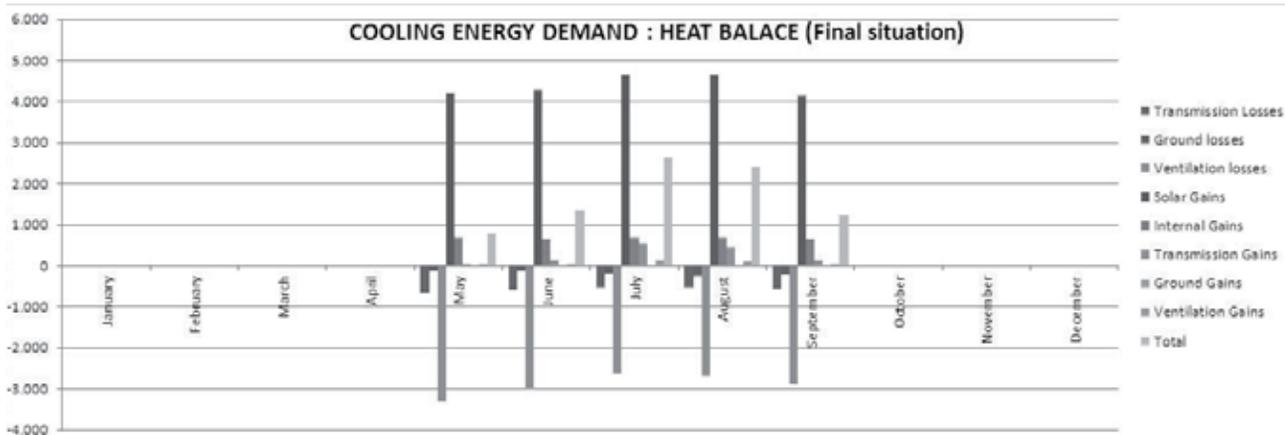
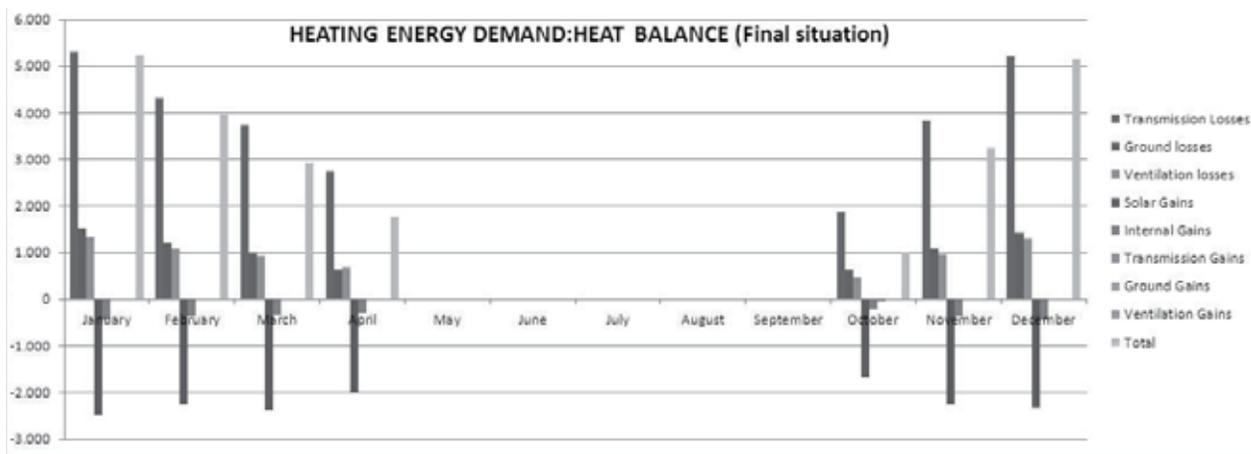
perdidas, se contrarrestan por las ganancias internas, las producidas por transmisión, por suelo y las de ventilación, insuficientes en comparación con las perdidas generadas por el edificio.



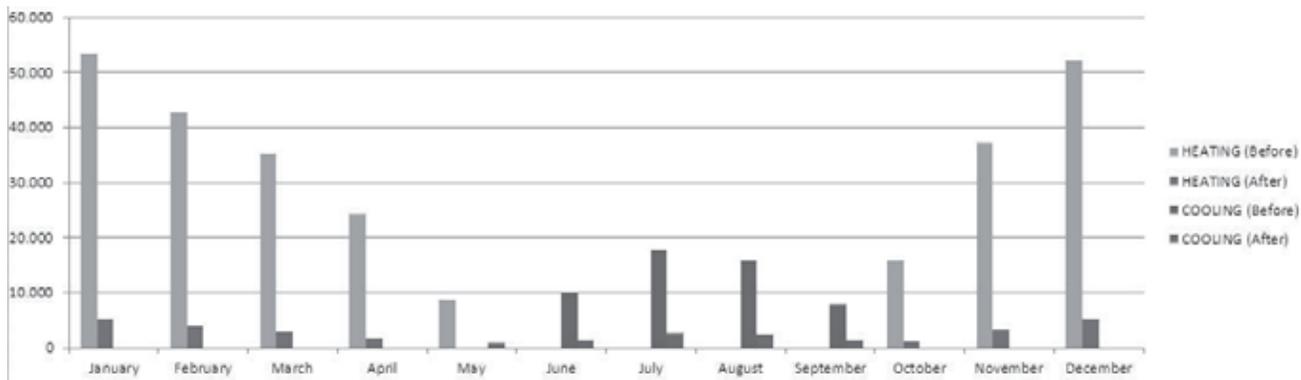
Como es lógico en los meses de invierno, es donde se producen estas perdidas y ganancias de calefacción, y en la siguiente gráfica sucede en los meses de verano, las perdidas y ganancias de refrigeración.



El resultado de las mejoras en el edificio, respecto a calefacción y refrigeración, con sus correspondientes pérdidas y ganancias, se puede observar en las siguientes gráficas:



En la comparativa entre el antes y el después de la Rehabilitación, exclusivamente actuando en la envolvente del edificio, incrementando el espesor de aislamiento, se observa que el ahorro de energía es muy notable. En la siguiente gráfica en color verde y morado, calefacción y refrigeración respectivamente, es la demanda de energía en el estado inicial de la rehabilitación, y en azul y granate es la energía consumida después de llevar a cabo las medidas de mejora en el edificio caso de estudio.



Sin duda, esta simulación, es una excelente herramienta para obtener un cálculo previo, a tener en cuenta en cualquier proyecto de rehabilitación o incluso de obra nueva, para visualizar y evaluar los consumos energéticos del edificio caso de estudio. Una manera útil de combatir esa pobreza energética que existe en el sector inmobiliario de España.

Aislamientos de *Durabilidad Casi Secular* (ADCS) para Edificios de *Energía Casi Nula* (EECN). El caso de las viviendas de Wadenswil (Suiza, 1990)

C. Castro. AIPEX

Resumen: En esta comunicación se presenta uno de los primeros ejemplos europeos de casas de energía (casi) nula construido en Suiza entre 1989 y 1990, por tanto alcanzando ya los 22 años desde el final de su construcción. Se trata de las viviendas adosadas de la colonia Böller en el municipio de Wadenswil, pueblo en la ribera sur del lago de Zurich y no lejos de la ciudad homónima. Se proporcionarán datos, imágenes y detalles de su construcción, resaltando el papel crucial de una envolvente edificada superaislada, con soluciones singulares para evitar cualquier puente térmico basadas en la instalación de poliestireno extruido (XPS). Además se ofrece un resumen del conjunto de características y del diverso peso económico y rentabilidad obtenida.

Área temática: Caso práctico de EECN

Palabras clave: Casa pasiva, edificio de energía casi nula, Wadenswil, XPS.

1. INTRODUCCIÓN

En tiempos recientes algunos Institutos de la Construcción centroeuropeos, como el *PassiveHaus* de Darmstadt (Alemania), han venido desarrollando un concepto de arquitectura de alta eficiencia energética, recogido bajo dicha denominación de *Passivhaus*, “Casa Pasiva”. Tal tipo de construcción intenta aprovechar todos los medios *pasivos* existentes (es decir, basados en la propia disposición de la construcción, no en equipos o componentes *activos*) para conformar una vivienda con el mínimo consumo de energía convencional no renovable, procedente de combustibles fósiles. De hecho en alguna de las experiencias se pretende alcanzar el ideal de un consumo prácticamente nulo, de ahí el que incluso se las calificara de “energía cero”.

Por su interés y singularidad expondremos brevemente la incidencia que ello puede tener en los diversos sistemas del edificio, y en particular sobre el uso y aplicación del aislamiento térmico con planchas de poliestireno extruido (XPS), a partir de una experiencia concreta habida a principios de los años 90 en Wadenswil, localidad situada en la ribera sur del lago de Zurich (Suiza) y no lejos de la ciudad homónima.

El matiz diferencial que presentan estas casas pasivas con los EECN actuales propiamente dichos radica en esa “C” del acrónimo, referida al “casi”. En efecto, las casas de Wadenswil se construyeron con ese objetivo de alcanzar el extremo de un “Edificio de Energía Nula” (EEN). En el enfoque actual se busca además la sustitución de fuentes energéticas convencionales no renovables por fuentes energéticas renovables, cada vez más incorporadas a la edificación. Así hay una posibilidad a lo largo del año para que, si bien el balance anual sea “nulo” en el consumo energético, el edificio sin embargo pueda compensar periodos donde es “consumidor”

neto de energía con períodos donde sea “productor” neto de energía, gracias a la incorporación de las renovables y a una conexión adecuada a la Red Eléctrica.

2. OBJETIVO

La presente ponencia tiene un doble objetivo: por un lado analizar en detalle las soluciones constructivas específicas para edificios de elevada eficiencia energética y, por otro, aprovechando la antigüedad (22 años desde el final de obra) del caso analizado, poner de relieve la gran importancia de la durabilidad y la vida útil de los productos y soluciones constructivas, si de veras queremos hablar propiamente de sostenibilidad en la edificación, interviniendo entonces decisivamente el concepto de vida útil.

3. DATOS Y RESULTADOS

El ejemplo que exponemos consiste en 10 casas pareadas (por tanto 5 edificios) construidas en 1989-1990 y situadas en una localidad de la ribera sur del lago de Zurich, el municipio de Wadenswil. Cuatro de ellas consiguen alcanzar el objetivo de no consumir prácticamente energía convencional durante la temporada de calefacción.

La superficie útil de cada casa es de 183 m² y el volumen de 600 m³.

Analicemos una de esas cuatro casas, de “energía cero”, comenzando por la superficie de contacto entre la casa y el terreno:

Como se ve en las **fotos 1 y 2** y en el detalle constructivo adjunto (número 14 del detalle I), la losa de cimentación de la casa se apoya sobre una capa continua de aislamiento de planchas rígidas de poliestireno extruído (XPS) de elevada resistencia a compresión a largo plazo, presentando un valor mínimo de resistencia, para una deformación máxima por fluencia del 2% a un largo plazo de 50 años conforme a la norma UNE EN 1606, de 250 kPa = 2.5 kg·f/cm², es decir, mayor que el valor más habitual de tensión admisible para muchos de los terrenos más comunes. La transmisión térmica máxima es de 0.18 W/m²K. El espesor de aislamiento para alcanzar tal valor es de 10 cm.



Foto 1: Aislamiento de la solera de cimentación



Foto 2: Instalación de las armaduras de la solera



Foto 3: Solera terminada sobre aislante

Detalle I: Sección solera, muro enterrado y arranque fachada

En la **foto 2** se puede comprobar la forma en que se apoya la losa sobre las planchas de aislamiento. De hecho, gracias a la muy elevada resistencia a compresión de las planchas, los habituales distanciadores de la armadura no se introducen por punzonamiento en el aislamiento, permitiendo, por tanto, que las armaduras dispongan del recubrimiento necesario. Destaquemos asimismo el hecho de que el aislamiento permanecerá en contacto continuo con el terreno. Como consecuencia es crítico que tenga una elevada resistencia a la absorción del agua a largo plazo.

En la **foto 3** se muestra la losa ya acabada sobre la capa aislante formada por planchas de XPS, que queda todavía a la vista, en espera de encontrarse con la capa de aislamiento del muro de sótano enterrado (véase número 15 del **detalle I**, y **foto 3**), alcanzándose así una perfecta continuidad del aislamiento, sin presencia de ningún puente térmico.

El aislamiento del muro de sótano enterrado (**foto 4**) se ejecutó con planchas rígidas de XPS en un espesor de 12 cm, lo que permitió alcanzar una transmisión térmica máxima de $0.18 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Foto 4: *Aislamiento muro enterrado*

Al analizar la superestructura por encima de rasante (**fotos 5 y 6**) hay valores de transmisión térmica aún más exigentes:

Las fachadas tienen un valor U máximo de transmisión térmica de $0.15 \text{ W/m}^2\text{K}$. Se dispusieron dos capas de planchas rígidas de XPS, en 12 y 6 cm de espesor (números 16 y 20 del **detalle II**), pegadas entre sí de modo que se impidiera la presencia de cualquier puente térmico.



Foto 5: *Aislamiento fachadas*



Foto 6: *Fachada ventilada*

Detalle II: *Encuentro fachada tejado*

Además, como se puede apreciar en el **detalle II** y en la **foto 6**, se trata de una fachada ventilada, por medio de un doble enrastrelado en madera, y acabado en placa de cemento-celulosa. El muro soporte se construyó con bloques de arcilla expandida.

Es importante subrayar también, en las fachadas, la presencia de acristalamientos triples con relleno en las cámaras de gas argón. Se tiene así una transmitancia térmica entre 0.75 y 0.85 W/m²K. Es digno de mención, también, el hecho de que las infiltraciones no controladas de aire son muy reducidas, no superando 0.01 renovaciones del aire por hora. De hecho, se dispuso un sistema controlado de ventilación precalentada a través del terreno y con intercambiadores de calor que alcanza:

0.12 renovaciones por hora, si la casa no está habitada,

0.25 renovaciones por hora, si la casa se usa de modo “normal”,

Desde 0.5 hasta 1 renovación por hora, en el caso de usos especiales (cocina, baño, etc.)

La fachada Sur tiene colectores solares (**foto 7**, casa de la izquierda) para calentar directamente el agua, que se hace circular, a continuación, por un suelo calefactado, para una radiación solar entre 40 y 200 W/m², es decir, válido incluso para un día nublado (lo más habitual en el invierno suizo, por otro lado...). Si la radiación es mayor, hay un depósito de agua de 20 m³ dentro de la casa, donde acumular el calor en exceso. El acumulador tiene la altura de la casa, está aislado con una capa de poliuretano de 12 cm y, de todos modos, como se encuentra en el interior, las mínimas pérdidas de calor se producen al interior de la vivienda.



Foto 7: Fachadas con colectores solares

Foto 8: Construcción tejado y detalle cumbre

Con respecto al tejado (**foto 8**), es una estructura ligera en madera, muy común en centroeuropa, y alcanza un valor U máximo de 0.12 W/m²K, gracias al muy elevado espesor de aislamiento, formado por lana mineral en dos capas y una tercera capa de planchas rígidas de XPS, usadas aquí también por su elevada resistencia a compresión, lo que las hacía adecuadas como superficie de trabajo en el tejado. El espesor total de aislamiento es de 28 cm. Como detalle curioso de este tipo de construcción de compleja carpintería, señalar la instalación de una lámina de estanqueidad, no ya al agua de lluvia, sino a infiltraciones de aire.

Para terminar, obviamente estas casas tuvieron un coste mayor respecto del estándar de construcción. Sin embargo, es interesante constatar que el extra de aislamiento representó

alrededor del 6.6% de la inversión adicional mientras que, al mismo tiempo, representa alrededor del 25% del ahorro de energía adicional obtenido.

4. CONCLUSIONES

Más allá de lo singular de la construcción original queremos destacar en la conclusión que el objetivo de sostenibilidad que va a caracterizar este siglo XXI tiene en este ejemplo no solo la cara de la muy elevada eficiencia energética, sino la otra cara tan necesaria como la anterior, de la durabilidad de los productos y sistemas constructivos, en un ejemplo inmediato, sencillo y concreto de “sostenibilidad”, es decir la cualidad de un proceso que se mantiene por sí mismo durante largo tiempo.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HALLER, R. (1991): “Construction fonctionnant à l’énergie solaire à Wädenswil”. Publicado como artículo técnico en Suiza.

HUMM, O. (1991): “Wohnhäuser der Zukunft”. Publicado como artículo técnico en Suiza.

OLIVIER, D. (1992): “Energy efficiency and renewables: recent experience on mainland Europe”. ISBN 0-9518791-0-3. Energy Advisory Associates. 1 Moores Cottages, Bircher, LEOMINSTER, Herefordshire, England HR6 0AX.

Schweizer Baublatt, Nr. 45 (4 Juni 1991): “Energiesparen auf neuen Wegen. Pilotprojekt Nullheizenergie-Siedlung Im Boller, Wädenswil ZH“. Publicado como artículo técnico en Suiza.

Puesta en valor del techo como elemento de ahorro y generación energética

Ignacio Reviriego. Lledo Energía

Resumen: El aprovechamiento energético de la luz solar en España se ha derivado en los últimos años mayoritariamente a las “huertas solares”, con evidentes ineficiencias y externalidades, sólo un pequeño porcentaje de la generación fotovoltaica es aportada por los edificios. Las cubiertas de los edificios en planta han sido elementos pasivos, sin otra consideración que la de mantener el edificio aislado e impermeabilizado. Se ha renunciado, por falta de incentivos, cultura o desconocimiento a un elemento abundante en metros cuadrados y con enormes posibilidades de contribución a la mejora del balance energético de un edificio: EL TEJADO

Proponemos nuevo concepto de aprovechamiento energético basado en convertir al tejado en generador y ahorrador de energía. Simple: “Pon tu techo a trabajar”. Una solución sencilla, completa e integrada para obtener la máxima rentabilidad de la cubierta de un edificio:

Elementos de iluminación natural que optimizan la captación de la luz solar con un 100% de difusión, posibilitando su uso sin los normales inconvenientes de la luz del sol (deslumbramientos, puntos calientes, aporte de calor,...)+ Sistemas de energía solar fotovoltaica integrada para edificios que aprovechan el resto de la superficie para generar energía limpia y rentable.

Área temática: IV Materiales y soluciones constructivas para EECN. (+VI Integración de energías renovables en EECN)

Palabras clave: Ahorro, Iluminación natural, Cubierta eficiente, Payback,

1. TEXTO PRINCIPAL

Hasta el año 2008 encontramos en España dos factores que explican la falta de desarrollo de la eficiencia energética y la falta de integración de la energía solar fotovoltaica en los edificios. En primer lugar, el precio de la energía se congela, consecuentemente, la factura eléctrica no es un problema y el consumo no es un factor a tener en cuenta para diseñar un edificio.

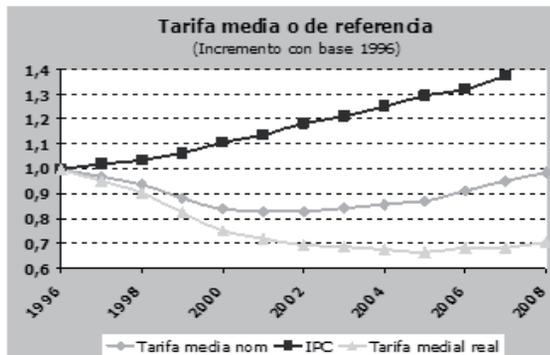


Figura 1. Evolución anual de la tarifa desde 1996 a 2008

Por otro lado, la legislación fotovoltaica discrimina a las instalaciones en edificios respecto a las instaladas sobre suelo y el mercado crece de una manera insostenible e ineficiente



Figura 2. Tipología del parque fotovoltaico español en 2009. Sólo 2% de instalaciones en edificios.



Figura 3. Burbuja fotovoltaica

En 2009, el 98% de la potencia fotovoltaica instalada era sobre suelo y sólo el 2% sobre los edificios. La esencia de la energía solar fotovoltaica –producción y consumo integrados, cero pérdidas, mejora en la gestionabilidad de la red...-se vio desvirtuada.

En relación con el uso de la iluminación natural, la consideración hacia elementos que permitan su uso ha sido prácticamente nula. Paradójicamente, somos uno de los países desarrollados con más hora de sol al año...Los elementos proyectados y usados (lucernarios, traslúcidos y

claraboyas) no se han considerado como elementos capaces de aportar luz en cantidad y calidad suficiente como para eliminar la necesidad del uso de la luz eléctrica.

La conclusión y el diagnóstico: La cubiertas, elementos amplios y abundantes han sido desconsideradas a pesar de sus enormes posibilidades como elementos de ahorro de energía a través de la iluminación natural y de generación de energía verde mediante paneles fotovoltaicos.

Los elementos convencionales de iluminación natural transmiten luz en mayor o menor medida pero no la difunden. El resultado es una mala iluminación y una necesidad permanente de luz eléctrica encendida para asegurar niveles de iluminación y cierto nivel de uniformidad. (Fotos 1 y 2).



Paradójicamente, estos elementos aportan calor, contribuyen a una mala iluminación y no evitan el apagado de la iluminación eléctrica (a su vez, fuente adicional de calor). Son además elementos planos que sólo captan luz en las horas centrales del día y muchas veces sufren la acumulación de suciedad.

Frente a estos sistemas, Sunoptics capta más luz, durante más horas del día y DIFUNDE la luz sobre un plano de manera homogénea.



Figura 4. *Sistemas de iluminación convencional frente a microprismáticos*

El texturizado microprismático de sus capas consigue disgregar el haz de luz solar en “microhaces” proporcionando luz agradable y sin reflejos.

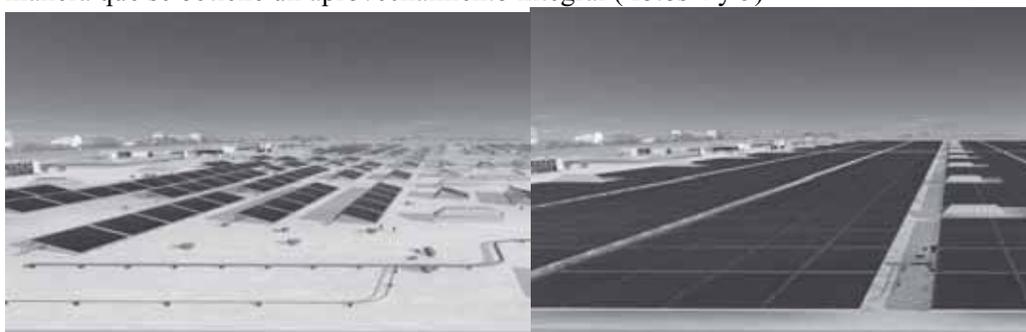
El filtro de rayos ultravioletas impide la degradación de lo que ilumina y su propia degradación, evitando así el problema del amarilleamiento de los sistemas convencionales (foto. 3)



Utiliza únicamente un 3-4% de la superficie de la cubierta, mejorando así la transmitancia térmica.

Utilizando ese porcentaje, en un proyecto tipo, obtenemos un ahorro medio calculado mediante SKYCALC® (Software de calculo de iluminación natural) del 40% en el gasto en iluminación, con retornos de la inversión entre 2 y 4 años.

El resto de la cubierta es aprovechada para la integración de paneles solares fotovoltaicos de manera que se obtiene un aprovechamiento integral (fotos 4 y 5)



El resultado es un tejado que ahorra energía (y dinero) y genera energía (y dinero) contribuyendo en una gran proporción al objetivo de CO2=0 en un edificio sin complicaciones técnicas/económicas y sin condicionamientos del proyecto.

Aplicación en una superficie comercial media (2.000 m2) en Aranjuez (Madrid) :

1. Proyecto de iluminación natural, para un nivel de iluminación de 800 luxes sobre suelo, obtenemos los siguientes resultados

Nivel de Iluminación (lux)	800
Consumo Electricidad (kWh)	133.427
Consumo Electricidad (€)	16.011
Ahorro Electricidad (kWh)	59.481
Ahorro Electricidad (%)	45%
Ahorro Electricidad (€)	7.138
Lledó SunOptics® 4070 DG	24
Precio Unitario (€)	983,00

Inversión (€) 23.592,00

Figura 5. Resumen de Datos de Proyecto de Iluminación natural. Ahorro energético y económico

La inversión se recupera en tres años. El proyecto de implantación, garantizando la uniformidad:

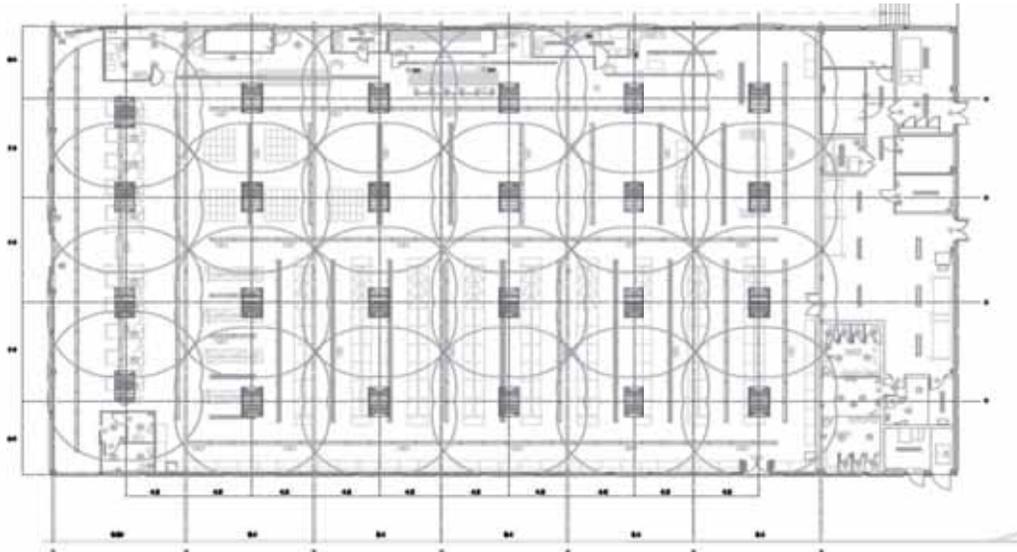


Figura 6. Proyecto de implantación iluminación natural

Los resultados medios de iluminación en lux, con un uso del 3,7% de la superficie de la cubierta

SkyCalc: Software de Diseño de SunOptics - RESULTADOS II																								
TITULAR: Carrefour																								
PROYECTO: Iluminación Natural																								
Dome Skylight Apertura Efectiva = 2,10%, Fracción de Uso de Techo (SFR) = 3,78%																								
Niveles Medios de Iluminación (LUX)																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Ene	0	0	0	0	0	0	0	0	55	188	428	648	797	848	757	565	367	171	31	0	0	0	0	0
Feb	0	0	0	0	0	0	0	3	130	339	660	910	1.036	1.049	963	847	596	301	110	0	0	0	0	0
Mar	0	0	0	0	0	0	0	78	269	604	944	1.206	1.361	1.367	1.322	1.174	870	509	197	42	0	0	0	0
Abr	0	0	0	0	0	0	28	207	505	872	1.192	1.400	1.565	1.606	1.520	1.354	1.136	785	373	115	1	0	0	0
May	0	0	0	0	0	0	132	394	797	1.158	1.486	1.737	1.856	1.796	1.727	1.531	1.258	921	517	182	28	0	0	0
Jun	0	0	0	0	0	13	195	482	883	1.255	1.578	1.825	1.926	1.988	1.913	1.731	1.434	1.045	654	290	80	0	0	0
Jul	0	0	0	0	0	2	177	438	866	1.261	1.636	1.948	2.131	2.186	2.084	1.855	1.545	1.164	737	323	95	0	0	0
Ago	0	0	0	0	0	77	301	723	1.151	1.540	1.811	1.960	2.020	1.920	1.706	1.407	1.011	568	216	35	0	0	0	0
Sep	0	0	0	0	0	3	162	482	882	1.260	1.518	1.664	1.673	1.567	1.332	985	591	233	40	0	0	0	0	0
Oct	0	0	0	0	0	0	43	251	600	921	1.151	1.285	1.316	1.134	889	585	253	50	0	0	0	0	0	0
Nov	0	0	0	0	0	0	0	119	296	602	823	921	899	816	597	329	121	0	0	0	0	0	0	0
Dic	0	0	0	0	0	0	0	50	178	414	624	738	763	671	471	242	91	0	0	0	0	0	0	0

Iluminación Requerida = 800 LUX
 < 1 LUX; < 400 LUX; < 800 LUX; > 800 LUX;

Figura 7. Resultados medios en luxes de la implantación por hora del día y mes del año, según software de simulación SKYCALC®

2. Proyecto de instalación fotovoltaica:

- 80 kilowatios POTENCIA PICO: 320 MÓDULOS 250w = 80.000 wp
- PRODUCCIÓN: 111.766 kwh/año

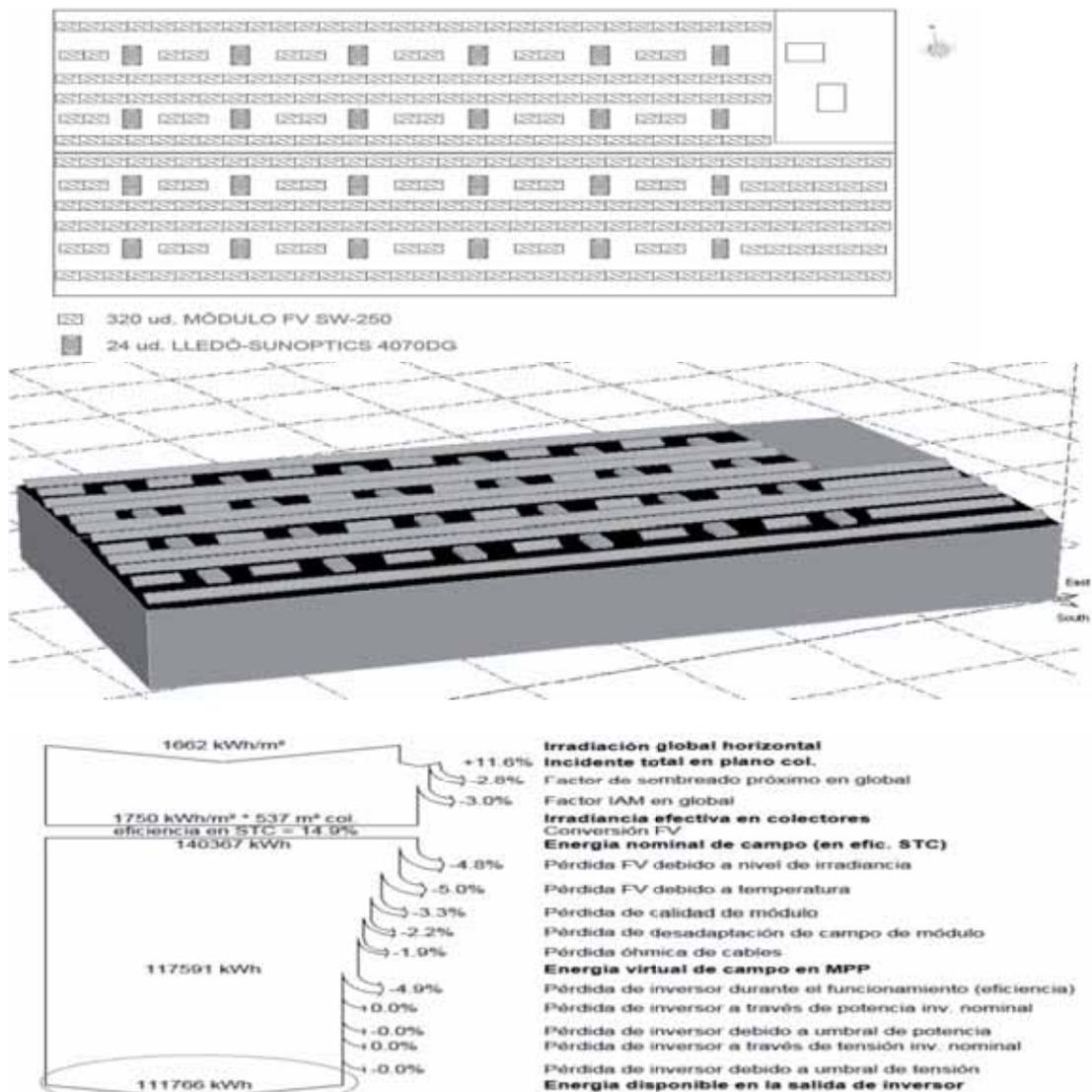


Figura 8. Implantación de instalación fotovoltaica de 80 Kw y resultados de producción de energía previstos según el software de simulación PVSyst®

Si consideramos un ahorro en iluminación de 59.481 Kw/h año por el aporte de luz natural y añadimos la generación fotovoltaica, de 111.766 Kw/h año, la suma de ambas, **171.247 Kw/h año** sería la contribución energética de la cubierta para conseguir un Edificio de Energía Casi Nula.

Suponiendo un consumo energético anual estándar de 450.000 Kw/h año la citada contribución supone un **38%** de reducción. Sin tener en cuenta la reducción de energía necesaria en climatización por la mejora en la transmitancia térmica de la cubierta (menos de un 4% de apertura de huecos para iluminación) y la reducción del aporte de calor por parte de la iluminación eléctrica.

Tampoco tenemos en cuenta el aumento de la vida útil de la instalación de iluminación eléctrica y la reducción en los gastos de mantenimiento asociados.

Reciclando el testero energético

B. Serra, J.M. Serra y P. Verdejo. Universidad CEU Valencia

Resumen: La necesidad de optimizar recursos energéticos y materiales es uno de los principales objetivos de la propuesta arquitectónica SML System, realizada por el equipo CEU Valencia Team para el concurso Solar Decathlon Europe 2012. La solución constructiva del testero incluido en la propuesta arquitectónica que se proyecta, da respuesta a posibles ampliaciones o reducciones inmediatas de la vivienda sin incremento significativo de recursos. Además, el testero es la fachada solar, lo cual permite mantener intacta e invariable tanto su configuración como su construcción. La aplicación de los conceptos de industrialización, prefabricación y sostenibilidad se lleva al límite en esta investigación, diseñando un “sándwich energético” que además de su gran aportación por su capacidad energética, se diseña desde el criterio sostenible de fachada desmontable, es decir, un testero formado por una sucesión de capas agrupadas, generadoras de una pieza única, que se puede desunir completamente de la vivienda para poder ampliarla o reducirla de manera rápida y eficaz. El único coste adicional de la nueva configuración de la vivienda resultará de las tareas de desconexión y conexión.

Área temática: IV. Materiales y Soluciones Constructivas para EECN

Palabras clave: SML System, testero, optimización, sostenibilidad, desmontable.

1. TEXTO PRINCIPAL

INTRODUCCIÓN

La piel entendida como aquello que cierra y termina el edificio se concibe como tal a partir del concepto de *façade libre* formulado en *Les cinq points d'une architecture nouvelle* por Le Corbusier en 1926. Él mismo ya había anticipado este planteamiento con el desarrollo de la estructura Dom-ino (1914), que realizó junto con el ingeniero suizo Max du Bois a partir del estudio previo del sistema patentado en 1892 por el constructor François Hennebique sobre los nudos monolíticos en entramados estructurales de hormigón (factibles por el empleo de barras cilíndricas de acero que permitían el doblado y el anclaje entre las mismas).

Desvinculándose, por tanto, de la relación entre sistema portante y estética formal del edificio, Le Corbusier inicia una investigación en el campo del cerramiento como elemento completamente autónomo e independiente de la estructura. La ruptura con la composición clásica histórica que relacionaba construcción, estructura y forma, supone un giro en el concepto del proceso constructivo. Muestra de ello es la conferencia que Le Corbusier hizo en la Sorbona el 12 de junio de 1924, al *Groupe D'études philosophiques et scientifiques*:

“«...No tengo más que tapar el intervalo entre dos pilares para defenderme del frío, del calor o de los intrusos, advirtiéndome que una pared delgada pero doble es más eficaz que una pared simple y gruesa.

Gracias a los materiales modernos, la pared ya sólo está constituida por una fina membrana de ladrillos o cualquier otro producto que forme un cerramiento, duplicada por una segunda membrana en el interior; lo que antes era un órgano portante se ha convertido en un simple relleno; llevando las cosas al absurdo, podría hacer sin dificultad y sin peligro paredes de papel: la solidez del edificio no se resentiría.

He aquí pues un fenómeno nuevo en arquitectura; ya no tengo que utilizar los enormes espesores y las grandes superficies de paredes que llevaban en si un sistema estético determinado...».¹

Es a partir de este momento, en el que la fachada se desvincula de la estructura, cuando se origina un profundo cambio en la investigación del cerramiento. La composición del mismo mediante superposición de capas y filtros, permite la especialización de cada una de ellas y el estudio de las funciones para las que deben estar diseñadas (protección frente al agua y frente al viento, aislamiento térmico y acústico, estabilidad y estética interior y exterior). Esta especialización unida a la enorme voluntad de industrialización patente en aquel momento, conducen al diseño y desarrollo de un amplio abanico de soluciones técnicas de cerramiento cuyos máximos exponentes serán, además del pionero Le Corbusier (viviendas en la Weissenhofsiedlung, 1927), Richard Buckminster Fuller (Dymaxion House, 1929), Mies Van der Rohe (Casa Tugendhat, 1928-30) y Jean Prouvé (Casa del Pueblo de Clichy, 1939), que *“...llevarán esta investigación a sus límites experimentales, individualizando distintas concepciones del cerramiento que aún hoy son modelos obligados de referencia”*.²

OBJETIVO

En esta línea, y salvando las distancias con los citados maestros de la arquitectura, la propuesta de la SML System, realizada por el equipo CEU Valencia Team para el concurso Solar Decathlon Europe 2012 (Fig. 1), plantea ese reto de industrializar la fachada. La aplicación de los conceptos de industrialización, prefabricación y sostenibilidad se lleva al límite en esta investigación, diseñando un “sándwich energético” que se convierte en la fachada más valiosa de la propuesta. Es más, llevando el caso al extremo, el testero se concibe como una fachada completamente prefabricada y de una sola pieza. Ello permite eliminar el problema del ensamblaje de piezas menores en obra y aumentar tanto la seguridad de su construcción industrializada como la calidad en la materialización de la envolvente.

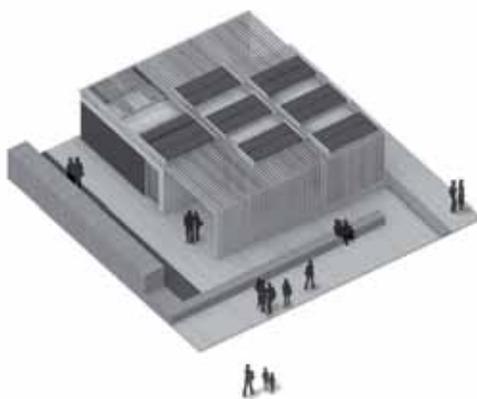


Figura 1. Vista general de la propuesta SMLSystem de la Universidad CEU Cardenal Herrera, Valencia.

Por tanto, el objetivo principal de este testero, que además se corresponde en nuestro caso con las fachadas solares, es conseguir una solución constructiva flexible que permita posibles ampliaciones o reducciones inmediatas de la vivienda sin incremento significativo de recursos y, sobre todo, sin tener que variar su construcción. Además de su gran aportación por su capacidad energética, este testero está diseñado desde el criterio sostenible de fachada desmontable, es decir, un testero formado por una sucesión de capas agrupadas, generadoras de una pieza única, que se puede desunir completamente de la vivienda para poder ampliarla o reducirla de manera rápida y eficaz. Se convierte, por tanto, en un testero autoportante, energético, sostenible y eficiente cuyo único coste adicional resultará de la tarea de desmontarlo y volverlo a conectar a la nueva vivienda.

Si nos remitimos a la definición de testero, en su cuarta acepción, según el Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española, lo define como “*Macizo de mineral con dos caras descubiertas, una horizontal inferior y otra vertical*”³. A pesar de no tratarse de un mineral, el testero de la propuesta SML System, también tiene dos caras descubiertas; una exterior (la solar), cuya misión es proporcionar la máxima captación solar y definir la imagen exterior de la vivienda, y otra interior. Entre ambas, se incorporan una serie de capas no visibles que, sin embargo, tienen un papel fundamental en la composición de citado “sándwich energético”. Entre las funciones más destacables se encuentran la de servir de soporte para el resto de capas, aislar acústica y térmicamente la vivienda y proporcionar alojamiento para las instalaciones.

CONFIGURACIÓN CONSTRUCTIVA

La configuración constructiva de las capas del testero (Fig. 2) se diseña teniendo en cuenta los procesos de montaje y desmontaje que experimentará durante su vida útil. Así, desde el exterior hacia el interior se suceden los paneles fotovoltaicos con todos sus mecanismos e instalaciones, una subestructura para el anclaje de esos paneles que, a su vez, está anclada a un panel de madera contralaminada (soporte principal del testero) protegida con una barrera corta vapor y trasdosado con un sistema ligero de paneles de yeso laminado con perfilera metálica. El aislamiento térmico de 10 cm de espesor se incorpora en el alma del trasdosado. Todo este sistema se consigue sintetizar en 24,6 cm de espesor (Fig. 3), siendo las dimensiones generales del panel completo de 5,65 m de longitud por 2,50m de altura.

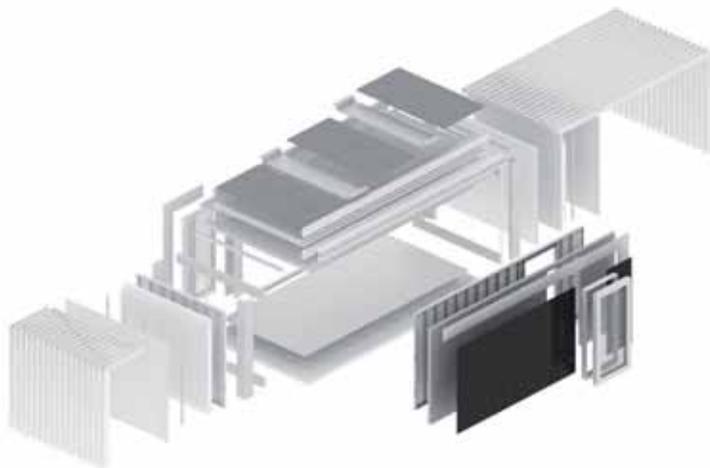
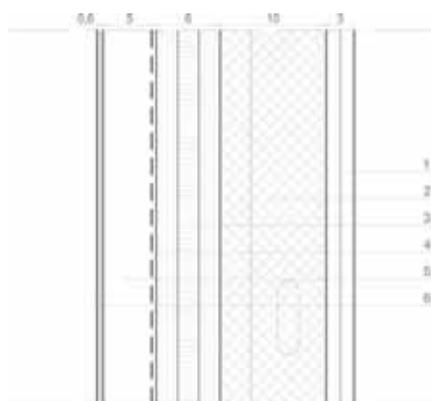


Figura 2. Descomposición del testero energético de la propuesta SML System.



1. doble placa de yeso laminado
2. aislamiento de lana de roca
3. panel de madera CLT
4. membrana impermeable y transpirable
5. cámara de aire
6. vidrio captación fotovoltaica

Figura 3. Sección constructiva del testero.

La gran ventaja, sin duda es el proceso de montaje. La estimación realizada para la materialización del mismo testero a pie de obra, ejecutando cada una de las capas por separado, supondría un tiempo de construcción casi tres veces mayor que realizándolo en taller. Además, el control y la seguridad de los procesos distan mucho entre las dos opciones, como es usual en cualquier proceso industrializado.

Energéticamente, el comportamiento del testero lo podemos evaluar desde la capacidad de captación solar y de aislamiento térmico. La transmitancia térmica evaluada del sándwich es $0,3 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. En cuanto a la evaluación de condensaciones, el mes más desfavorable para el que se calcula el testero es febrero, no produciéndose ningún tipo de condensación en las capas interiores. En la primera capa de vidrio, la posible condensación que se generaría en el mes de febrero, sería evaporada por la corriente de convección de aire generada en la cámara tras el propio vidrio (Fig. 4). Respecto de la capacidad de captación solar, los paneles solares fotovoltaicos instalados son de tecnología CIS. La elección esta tecnología se debe a que permite la producción de paneles solares de alta eficiencia con un significativo ahorro de energía y material (se consumen dos tercios menos de energía y se consume un tercio de material respecto a otras tecnologías cristalinas). Además, el bajo coeficiente de temperatura proporciona una potencia máxima incluso en condiciones de muy altas temperaturas y las células verticalmente dispuestas evitan fallos del módulo debidos al efecto sombra. La elección esta tecnología se debe a que permite la producción de módulos solares de alta eficiencia gracias al ahorro de la tercera parte de los procesos productivos y al ahorro de dos tercios de la energía necesaria para su producción. Además, el bajo coeficiente de temperatura proporciona una potencia máxima incluso en condiciones de muy altas temperaturas y las células verticalmente dispuestas evitan fallos del módulo debidos al efecto sombra. El despiece estos paneles obedece, por un lado a la propia modulación que coordina dimensionalmente el resto de elementos que conforman el proyecto y, por otro lado, a la facilidad de manejo de las piezas durante su montaje en taller y durante el mantenimiento una vez el testero esté en funcionamiento.

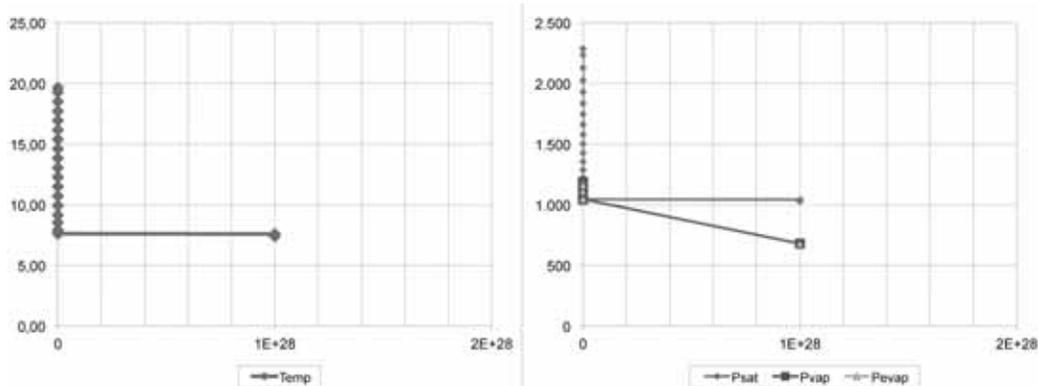


Figura 4. Verificación de condensaciones intersticiales en febrero según el programa de Josep Sole.

EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados teóricos de la investigación no han podido ponerse en práctica todavía debido a que la vivienda está en fase de construcción para el concurso Solar Decathlon Europe 2012 (SDE 2012) que se celebrará en septiembre en Madrid. Sin embargo, la propuesta SML System se plantea como evolución de la SML House, vivienda presentada por el mismo equipo a la edición del SDE 2010 cuyos resultados reales pueden extrapolarse, de manera bastante aproximada, a la edición actual. Dichos resultados (Tabla I) han permitido estudiar los aspectos más penalizados en cada una de las pruebas del concurso de 2010, de manera que se puedan realizar las correspondientes modificaciones y mejoras en la presente edición.

Tabla I. Datos técnicos de la SML House.

<i>Superficie construida</i>	<i>64 m²</i>
<i>Superficie acondicionada</i>	<i>50,79 m²</i>
<i>Volumen acondicionado</i>	<i>132 m³</i>
<i>Balance energético</i>	<i>+4356 KWh/a</i>
<i>Producción energética fotovoltaica</i>	<i>8284 KWh/a</i>
<i>Consumo</i>	<i>77,33 KWh/m²a (eléctrico) 3927 KWh/a (energético)</i>

CONCLUSIONES

La investigación se centra en el diseño del cerramiento opaco para poder dar respuesta a la toma de decisiones con las que se pretende alcanzar el concepto eficiente de la arquitectura industrializada. La cuantificación de los factores sostenibles que determinan las decisiones proyectuales del cerramiento es una parte fundamental en la consideración energética de la arquitectura actual y venidera. El valor de la propuesta del testero radica en la aportación a la capacidad de modificación de un edificio prefabricado (en este caso una vivienda) con minimización de recursos y maximización de resultados, es decir, en la capacidad de reutilizar y reciclar en términos energéticos el testero (la envolvente).

BIBLIOGRAFÍA

ÁBALOS, IÑAKI, y JUAN HERREROS (2000).: “Técnica y arquitectura en la ciudad contemporánea. 1950-2000”. Guipúzcoa: Editorial Nerea.

BOESIGER, W., LE CORBUSIER, y O. STONOROV (1934).: “Le Corbusier et Pierre Jeanneret - Oeuvre Complète vol.1: 1910-1929”. Zurich.

COLLINS, PETER (2001).: “Los ideales de la arquitectura moderna; su evolución (1750-1950)” (6ªed). Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española

FRAMPTON, KENNETH (2005).: “Historia Crítica de la arquitectura moderna” (3ªed). Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

LE CORBUSIER (1925): "L'Espirit nouveau". Conferencia dada en la Sorbona el 12 de junio de 1924, al Groupe d'études philosophiques et scientifiques, y repetida el 10 de Noviembre de 1924 en la Ordre de l'Etoile d'Orient. Publicada en París, 1925, en “Almanach d'Architecture Moderne”.

TROVATO, GRAZIELLA (2007).: “Des-velos. Autonomía de la envolvente en la arquitectura contemporánea”. Madrid: Ediciones Akal.

VVAA (2011).: “Solar Decathlon Europe 2010. Towards Energy Efficient Buildings”. Madrid. Ed. UPM.

2. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo de la Universidad CEU Cardenal Herrera y en particular a nuestra ESET (Escuela Superior de Enseñanzas Técnicas), cuyo empeño en la investigación, tanto a nivel divulgativo como en su puesta en práctica, permiten a profesores y alumnos participar en actividades diversas que mejoran la competitividad y la calidad tanto de la docencia como de la propia Universidad.

3. REFERENCIAS

¹ÁBALOS, IÑAKI, y JUAN HERREROS (2000).: “Técnica y arquitectura en la ciudad contemporánea. 1950-2000”. Guipúzcoa: Editorial Nerea.

²LE CORBUSIER (1925): "L'Espirit nouveau". Conferencia dada en la Sorbona el 12 de junio de 1924, al Groupe d'études philosophiques et scientifiques, y repetida el 10 de Noviembre de 1924 en la Ordre de l'Etoile d'Orient. Publicada en París, 1925, en “Almanach d'Architecture Moderne”.

³ Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española.

EECN. Más allá de la eficiencia energética: Eficiencia ambiental y permacultura aplicada

Iván Fernández. Ingeniero Tec. Industrial. Econstruye

Resumen: Ante el modelo constructivo y energético insostenible precedente necesitamos un cambio de enfoque en la manera de diseñar y construir, que más allá de la eficiencia energética, evalúe la eficiencia ambiental. Un enfoque que persiga el uso de materiales *low tech*, materiales locales de escaso impacto ambiental y tecnología simple, que impliquen una reducida energía en su procesado, recuperables tras su ciclo de vida, y que además contribuyan a un confort psicológico y biológico del usuario. Un enfoque fundado en principios de sostenibilidad en la planificación, el desarrollo, el mantenimiento y la gestión de estos hábitats, a través de la permacultura aplicada a la edificación y el urbanismo.

Área temática: Materiales y soluciones constructivas para EECN

Palabras clave: bio-arquitectura, bio-construcción, permacultura, eficiencia.

Al mirar a nuestro alrededor observamos como crecen las plantas, como se alimentan los animales, como se desplazan las máquinas, como una herramienta realiza las más variadas tareas o como se construyen nuestros edificios. Todas estas actividades precisan el consumo de la energía como un don intermedio para satisfacer todo tipo de necesidades mediante la producción de bienes y servicios: los sistemas de calefacción y refrigeración, los materiales aislantes que nos protegen de los agentes climáticos, los automóviles que nos desplazan o los electrodomésticos que nos facilitan las tareas. La demanda mundial de energía aumenta al ritmo que evoluciona la sociedad y aumentan nuestras necesidades y las de los países más atrasados, que se apresuran en la carrera por un nivel de vida occidental.

España es un país energéticamente muy dependiente, el 85% de la energía que aquí se consume es importada. De toda esta energía, el sector de la construcción consume el 40%, junto con el 40% de recursos ambientales, contribuyendo a cerca del 40% de los residuos y emisiones que se generan. El impacto ambiental producido constituye, por tanto, una deuda pendiente que han de afrontar las sociedades industrializadas. La revolución industrial y tecnológica en las técnicas de producción de los materiales de construcción, trajo la tecnificación al sector, dejando de lado lo que hasta entonces eran materiales naturales, propios de la biosfera, procedentes del entorno inmediato, de fabricación simple y adaptados a las condiciones climáticas del territorio, con una demostrada viabilidad después de cientos de años de uso y experiencia.

Los materiales de construcción inciden en el medio ambiente a lo largo de todo su ciclo de vida, desde su primera fase de extracción y procesado hasta su deshecho como residuo. Más de la mitad de los materiales empleados proceden de la corteza terrestre, produciendo anualmente en la U.E. cerca de 450 millones de toneladas de residuos. Este volumen aumenta constantemente, siendo su naturaleza cada vez más compleja a medida que se diversifican y

tecnifican los materiales utilizados. Este hecho limita las posibilidades de reutilización y reciclado, que en la actualidad es sólo de un 28% en la U.E. y un 5% en España, lo que aumenta la necesidad de crear vertederos y de intensificar la extracción de materias primas. Los combustibles fósiles que se emplean y el consumo de energía necesario para alcanzar el producto adecuado, conlleva toneladas de emisiones a la atmósfera de CO₂ y otros contaminantes, además de vertidos al agua y un gasto energético excesivo. Al mismo tiempo, la fase de uso de algunos de estos materiales incide tanto en el medio ambiente, en general, como en la salud, en particular. Contaminantes y toxinas habituales en ambientes interiores como son el *amianto*, presente en muchos materiales cerámicos, el *ozono*, presente en equipos de aire acondicionado, el *monóxido de carbono* y los compuestos orgánicos volátiles (*COV*), como el PVC, o el *formaldehído* en los conglomerados de madera, lo que convierte algunos edificios en espacios poco saludables para la actividad humana, en lo que se conoce *como Síndrome del Edificio Enfermo*.

El objetivo del concepto EECN, no se puede desvincular del impacto ambiental y el coste energético de estos materiales y técnicas convencionales de construcción, y su impacto tanto en el ambiente, como en la salud, lo que obliga al empleo de *materiales nobles*, también llamados materiales *low tech*. Nos referimos a materiales locales de escaso impacto ambiental y tecnología simple, que implican una reducida energía en su procesado, recuperables tras su ciclo de vida o uso y, obviamente, que no son nocivos para la salud, sino que además contribuyen a un confort psicológico y biológico del usuario. Generalmente, los materiales nobles provienen de la naturaleza, como la mayoría de las materias primas, aunque también podríamos incluir en esta categoría los materiales recuperados de otros procesos que tienen o no que ver con la construcción, lo que significa la revalorización de dicho material.

La tierra o barro, en técnicas como el adobe, el tapial, o en forma de bloques de tierra comprimida o BTC; los bio-hormigones a base de cales naturales (siempre que no sea armado) y con añadidos de arlita, perlita o corcho; los aislantes vegetales y animales (celulosa, cáñamo, lana de oveja, paja); las pinturas a base de silicatos; las estructuras de madera, caña y/o bambú; etc. Son ejemplos de materiales nobles y, contrariamente a que pueda parecer una retrospectiva hacia una arquitectura desfasada, concede la oportunidad de una *retro-innovación* que, a través de técnicas modernas y desde un enfoque sostenible, puede potenciar el uso de estas técnicas tradicionales en el mercado, ofreciendo una alternativa a la crisis constructiva y ambiental actual, tanto por el ahorro de costes que significa (menos energía y menos inversión tecnológica, además de ser capaces de aguantar varios ciclos de vida), como por el fomento del desarrollo local en la zona de producción de los mismos.



Figura 1. Estructura biomimética de caña común, realizada con fardos de cañas atadas con cuerda de esparto que se pretensan al doblarse, lo que les permite aguantar cargas y sismos.

Además del impacto asociado a la construcción y sus materiales, el incremento en la “calidad” de vida del ciudadano medio comporta la demanda de multitud de nuevos servicios y comodidades que faciliten, despreciando el gasto de energético, su adaptación a los nuevos tiempos: electrodomésticos, aire acondicionado, teléfonos móviles, ordenadores, telecomunicaciones, etc. Muestra de ello es el hecho que el sector residencial consume el 17% de toda la energía final y el 25% de la electricidad según el estudio sobre Consumo Energético del Sector Residencial en España, llevado a cabo por el IDAE. Cabe destacar aspectos de consumo que refuerzan dicho comportamiento como por ejemplo, que el llamado consumo en *standby* es muy superior al de refrigeración, o que la TV es el segundo electrodoméstico de mayor consumo eléctrico, después del frigorífico. Siguiendo esta corriente, los agentes del sector se han limitado a colmar esta saciedad de necesidades con equipos más potentes, mayor número de elementos, o espacios mayores para vivir. Pero el panorama mundial actual muestra las consecuencias de este despilfarro. El fin del petróleo barato, la responsabilidad medioambiental y el sentido común están llevando a promotores, gobiernos e instituciones, consecuentes de toda la deuda ambiental acumulada, a apostar por un modelo de gestión y ahorro. La *eficiencia energética*, desarrollada por la Directiva 2002/91/CE, conceptualmente se puede definir como la reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir nuestro confort y calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible.

Ahora bien, la aplicación de la eficiencia energética en nuestra vivienda constituye una serie de medidas, cerramientos con mayor aislamiento y materiales mejorados, equipos de calor y frío con menor consumo energético y mayor potencia, sistemas de iluminación de novedosa tecnología, nuevos métodos de aprovechamiento de fuentes de energía renovables y, en definitiva, diseños sofisticados y complejos encaminados a reducir el consumo de energía en la vivienda, pero que promueven un nuevo periodo de tecnificación de la construcción y sus materiales. Se establece así la fórmula que, para ahorrar energía hay que invertirla en nuevos procesos, herramientas y tecnologías, que den lugar a materiales y compuestos artificiales más avanzados (las espumas de poliuretano, las lanas de vidrio, el poliestireno expandido, aglomerados, aditivos y tratamientos superficiales sintético, etc.) y que, aunque es innegable que gozan de una gestión ambiental mejorada en su producción, y que mejoran la eficiencia del edificio, están lejos de la arquitectura vernácula e histórica que esta presente en nuestros patrimonios más orgullosos. Una arquitectura que ha sido proyectada por los habitantes de cada región y periodo histórico determinado, mediante el conocimiento empírico y la experiencia de generaciones anteriores, siendo expresión de una tradición constructiva ancestral, que se edifica con materiales disponibles en el entorno inmediato, y que estos al cumplir su ciclo vital pueden ser devueltos sin riesgo o contaminación alguna al propio suelo.

Sin embargo, esta corriente tecnócrata, aun siendo dominante, no es única; visionarios como *Fruto Vivas* en Venezuela, que encuentra en la arquitectura popular un referente, entendiéndolo que las diferencias constructivas que hayamos en las distintas regiones son tácticas de adaptación al clima y no caprichos estéticos o convencionalismos. Ya en los años 50 ve en la casa de tapial del *Páramo de Mucuchíes*, en la casa de bahareque de *Paraguana* o en el *janoco warao*, conceptos útiles aplicables a las viviendas contemporáneas y la recuperación de las técnicas y materiales tradicionales; *Johan van Lengen*, arquitecto holandés, autor del Manual del arquitecto descalzo y un pionero en la *Bio-Arquitectura*: “*El arquitecto descalzo es aquella persona que, con un número limitado de recursos, se propone construir edificios que combinen la funcionalidad con la belleza, en armonía con el ambiente en el que se emplazan*”.

Si tomamos por ejemplo, la casa de tapial del *Páramo de Mucuchíes*, en los andes venezolanos, a más de 3000 metros sobre el mar, en un clima intertropical de montaña con fuertes oscilaciones térmicas, debidas a la altitud y la enorme radiación solar diurna. La adaptación arquitectónica ha derivado en casas con cubiertas ligeras y captadoras, construidas mediante estructura de par e hilera de rollizos de madera, tablero de caña común y acabado de teja curva cerámica sobre mortero de tierra y cal, que funcionan a modo de una gran placa solar que absorbe toda esa radiación y la emana, en forma de calor, al interior de la casa; y muros de tapial sin huecos, de más de 50cm de grosor, sobre un zócalo de piedra que, por su masa térmica, almacenan este calor por el día y lo devuelven por la noche, manteniendo una temperatura interior casi constante en la vivienda, apoyado por un sistema de calefacción auxiliar de estufa o chimenea de biomasa. Todo ello construido con materiales locales de bajo impacto y tecnología simple, en lo que se conoce como *Low Tech Architecture*, o arquitectura bioclimática o bioconstrucción, consiguiendo un ambiente interior confortable a través del propio diseño optimizado.

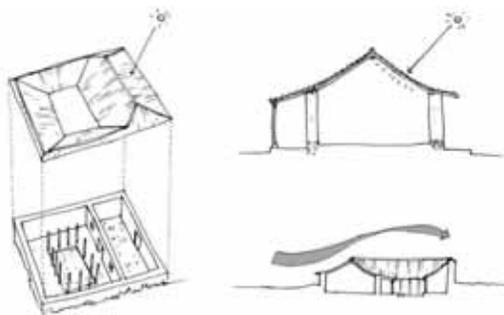


Figura 2. Comportamiento Bioclimático de la Casa del Páramo de Mucuchíes fruto de la adaptación histórica de sus habitantes al clima.

Otros disidentes han preferido trabajar al margen, con materiales naturales, reutilizando desechos y desconectados de las redes de suministro, como *Michael Reynolds* en Nuevo México, creador del concepto de vivienda *Earthship*, viviendas auto-suficientes que utilizan, además de materiales del entorno, otros considerados residuos, como neumáticos usados, y donde convergen soluciones propias de la arquitectura tradicional e innovadores diseños biomiméticos.

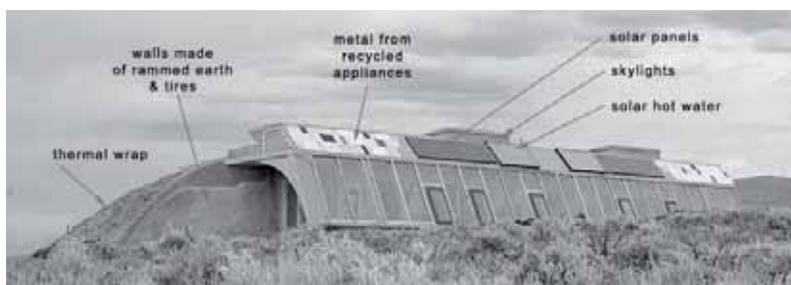


Figura 3. Aspectos básicos de una edificación Earthship en Nuevo México.

Estas viviendas se auto-abastecen de energía renovable, agua y alimentos gracias a sencillos mecanismos englobados en una cultura auto-productiva y responsable. Entramos entonces en un concepto de edificación que no solo se adapta a su entorno, sino también a los cambios socio-económicos que modifican el mismo, de la misma manera que la naturaleza lo hace, con la certeza de que la evolución ha optado siempre por los caminos más rentables en términos de recursos y energía durante millones de años de desarrollo y experiencia, y proponiendo un modelo eficiente, ambientalmente hablando, basado en la imitación de los patrones existentes en los más diversos ecosistemas. Es lo que se conoce como arquitectura *biomimética*.

Albert Einstein ya afirmó “los problemas importantes a los que nos enfrentamos no pueden ser solucionados con el mismo nivel de pensamiento que fueron creados”. El resultado de aplicar una excesiva tecnificación a la edificación no será una ciudad respetuosa con el medio natural y la biodiversidad. Necesitamos un cambio de enfoque en la manera de diseñar y construir, que más allá de la eficiencia energética, evalúe la eficiencia ambiental: la aceptación de los límites ambientales del proyecto y la gestión de la demanda que supone la actividad humana dentro de estos límites, lo que precisa reducir o reconducir determinadas demandas en lugar de satisfacerlas. Es lo que llamamos *eco-diseño*, cuya visión integra diferentes criterios de evaluación del impacto ambiental, desde el suministro y procesado de las materias primas necesarias, el transporte, su uso, los residuos generados, y por último, su posible revalorización.



Figura 4. El Análisis de Ciclo de Vida o ACV, una herramienta indispensable del eco-diseño.

Pero este eco-diseño, no es más que la aplicación de un concepto que en los 70, los australianos, *Bill Mollison* y *David Holmgren* introdujeron en las comunidades agrícolas: la *permacultura* o cultura permanente, un término que engloba la aplicación de éticas y principios de sostenibilidad en la planificación, el desarrollo, el mantenimiento y la gestión de los hábitats: “Para que un sistema humano sea sustentable, tiene que ser ecológicamente sano y económicamente viable. Es decir, debe ser eficiente en el uso de los recursos disponibles sin agotarlos y por lo tanto auto suficiente, sin producir contaminación”.

La permacultura, aplicada al diseño de EECN, concibe una arquitectura e ingeniería que integra armónicamente vivienda y paisaje, según las relaciones encontradas en los sistemas de la naturaleza, y no basada en una normativa estandarizada e intransigente. En el diseño de estos

sistemas se aplican ideas y conceptos integradores de la teoría de sistemas, biomimética y ecología. La atención no solo se dirige hacia los componentes individuales, sino hacia las relaciones entre estos elementos y su uso óptimo para la creación de sistemas productivos, buscando una integración óptima de las necesidades ecológicas, económicas y sociales del sistema, de modo que a largo plazo se pueda auto regular y mantener en un equilibrio. Su ejecución utiliza materiales nobles e incorpora sistemas bioclimáticos como los invernaderos, los muros *Trombe* o la masa térmica para climatizar la vivienda. También contempla el tratamiento y aprovechamiento de los residuos producidos en la vivienda (basura = alimento) y las geopatologías que le afectan (radiaciones, campos eléctricos y fuerzas electromagnéticas de origen natural y artificial).

Resulta obvio deducir que estos principios dan como resultado, no solo la máxima eficiencia energética, sino la máxima eficiencia ambiental, generando el máximo aprovechamiento de cada recurso por unidad de residuo generada y repercutiendo un impacto ambiental mínimo. Son éstos los principios que nos llevan al desarrollo de *Edificios de Energía Casi Nula*.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y familia especialmente, pero con igual afecto a Mina G.G., J.A. Morillas y J. Martínez.

REFERENCIAS

- BUENO, M. (2010).: “El gran libro de la casa Sana”. Ed. Martínez Roca. España.
- MINKE, G. (2011).: “Manual de Construcción en Tierra”. Editorial Ecohabitar. España.
- MAZIRA, E. (1978).: “El Libro de la Energía Solar”. Editorial Gustavo Gili. México.
- MOLLISON, B. Y HOLGREM, D. (1978).: “Permaculture One”. Ed. Corgi. Australia.
- VAN LENGEN, J. (2011).: “Manual del Arquitecto Descalzo”. Editorial Pax. México.

Energía Casi Nula en el Sector Residencial. Ventilación con Recuperación de Muy Alta Eficiencia.

José Ramón Ferrer y Josep Castellà. Zehnder Group Ibérica

Resumen: La climatización de un Edificio de Consumo Energético Casi Nulo es imposible sin un sistema de ventilación de doble flujo con recuperación de calor de Muy Alta Eficiencia. En los Edificios de Energía Casi Nula la importancia del aislamiento es obvia. Sin embargo estos Consumos Casi Nulos son imposibles sin una recuperación del calor de ventilación con valores del mismo orden de magnitud. Esto supone reducir el consumo energético de la vivienda para climatización a valores Casi Nulos de forma casi gratuita, con consumos eléctricos totales menores de 100w.

Actualmente, en España, los sistemas habituales de recuperación de energía de ventilación raramente superan el 60% de eficiencia. Estos sistemas en ningún caso pasarían las certificaciones PassivHaus o MinErgie. Para mantener el requisito de Energía Casi Nula, la ventilación requiere recuperaciones con eficiencias superiores al 90 % y estanqueidades mayores al 97%. Veremos y justificaremos como y porqué un recuperador de calor con una eficiencia del 94% es 8 veces mas eficiente que uno de eficiencia del 58%..

Área temática: Materiales y Soluciones Constructivas para EECN

Palabras clave: Confort, Ventilación, Eficiencia, Recuperación, Calor

1. -INTRODUCCIÓN

La norma española UNE-EN 12831 nos indica cuál es el método a seguir para la realización del cálculo de la carga térmica de diseño. Según dicha norma, para el cálculo de ésta carga térmica deben considerarse esencialmente dos componentes: La pérdida térmica de diseño por transmisión y la pérdida térmica de diseño por ventilación. Estas dos componentes son las que definen la carga térmica de la vivienda.

La actual normativa de construcción CTE ha elevado tanto las exigencias de aislamiento térmico del edificio como las exigencias de calidad de aire. Sin embargo la mejora del aislamiento de la vivienda juega en contra de la ventilación. El legislador, consciente de este efecto, ha legislado también definiendo los niveles mínimos de renovación de aire intentando asegurar la calidad de ese aire interior.

Este compromiso afecta directamente a la intención inicial de mejorar la eficiencia energética de los edificios. En efecto, al aumentar mecánicamente la ventilación de las viviendas sin ningún tipo de tratamiento del aire estamos aumentando la demanda energética en su componente de ventilación. Esta ventilación forzada sin tratamiento también tiene efectos nocivos sobre la salud y el confort del ambiente interior.

2. BENEFICIOS DE LA VENTILACIÓN DE CONFORT DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA

La ventilación de confort ofrece importantes beneficios en términos de eficiencia energética. Sin embargo su aportación en aspectos relativos a Salud y Confort son de importancia comparable.

2.1 BENEFICIOS EN TERMINOS DE SALUD Y CONFORT

La aspiración diaria y continuada de los contaminantes, polen, polvo, etc que contiene el ambiente exterior es fuente de problemas de salud que crecen día a día. No sólo los niños y personas mayores los soportan a diario, la población en general sufre de reducción en la esperanza de vida; mayor reducción en función de la peor calidad del aire respirado. La abundancia de contaminantes que contiene el aire exterior en una gran ciudad como Barcelona o Madrid reduce la esperanza de vida del ciudadano en más de un año.

Por estos motivos, un sistema de ventilación de confort garantiza la correcta gestión del aire interior y mediante su sistema de filtros poder evitar todos los problemas de salud y confort citados anteriormente. Con estos sistemas una vivienda puede disfrutar de una alta calidad de aire en su interior, mejor que la del exterior, garantizando salud y confort.

2.2 BENEFICIOS EN TERMINOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

En la actual normativa española referente a la construcción, CTE y RITE, se indica la obligación de incorporar en todas las viviendas de nueva construcción un sistema de ventilación forzado que garantice un caudal de aire de renovación constante en el interior de la vivienda. Esto significa que una vivienda, en función de los ocupantes, tamaño, cantidad de baños, etc. puede necesitar renovar el volumen de aire total que contiene en su interior entre cada hora o dos horas. Esto hace que la demanda de calor o frío de una vivienda hayan cambiado mucho en los últimos años. Esta ventilación mecánica significa una pérdida de calor que llega a superar el 50% de la demanda térmica de la vivienda:



Figura 1. Repartición de la pérdida térmica de una vivienda, considerando los valores de ventilación y aislamientos exigidos actualmente por el CTE. Fuente: Ortiz, Leon & Feilden Clegg Bradley.

Es decir, la incidencia que tiene la ventilación sobre la climatización de una vivienda hoy en día es tremendamente importante. De hecho utilizar un sistema de ventilación confort con recuperación de calor, puede suponer una muy importante reducción del consumo energético de la vivienda. Estos sistemas se componen de un circuito de doble flujo donde se conduce tanto el aire de renovación como la expulsión del aire viciado y ambos flujos se cruzan sin mezclarse en el intercambiador de calor.

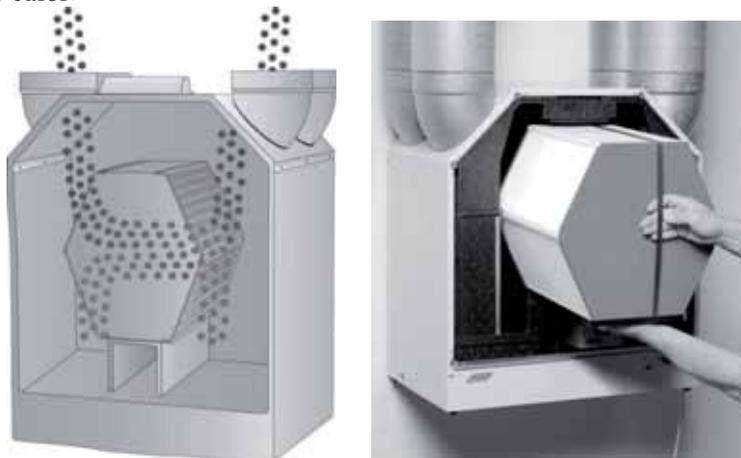


Figura 2. Las imágenes superiores muestran un **recuperador de calor de alta eficiencia**, con el intercambiador de flujo a contracorriente en su interior.

El recuperador de calor contiene en su interior un intercambiador de calor donde se produce el intercambio entre el aire interior cargado de energía y el aire fresco exterior que se introducirá en la vivienda. Existen multitud de recuperadores de calor para ventilación, pero en vivienda los principales son los recuperadores de flujo cruzado y los recuperadores de flujo a contracorriente.

3.1 EL INTERCAMBIADOR DE CALOR DE FLUJO DE AIRE CRUZADO

El recuperador de calor de flujo cruzado, debido a la geometría del intercambiador, obtiene eficiencias que raramente superan el 55-60%

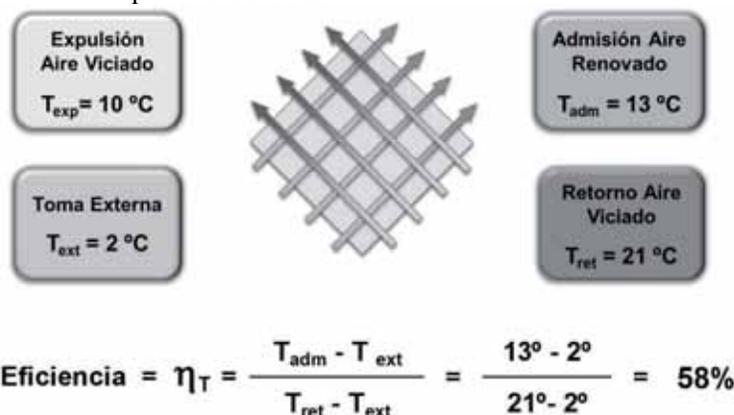


Figura 3. Ejemplo de funcionamiento de un **recuperador de calor para flujo de aire cruzado**. Nótese que sin consumo energético impulsa el aire al interior de la vivienda a 13 °C, recuperando el 58% del calor sensible.

3.2 EL INTERCAMBIADOR DE CALOR DE FLUJO DE AIRE A CONTRACORRIENTE

El recuperador de calor de flujo a contracorriente, gracias al recorrido del flujo de aire y al diseño de las láminas y sus microcanales, obtiene eficiencias que pueden superar el 90-95%

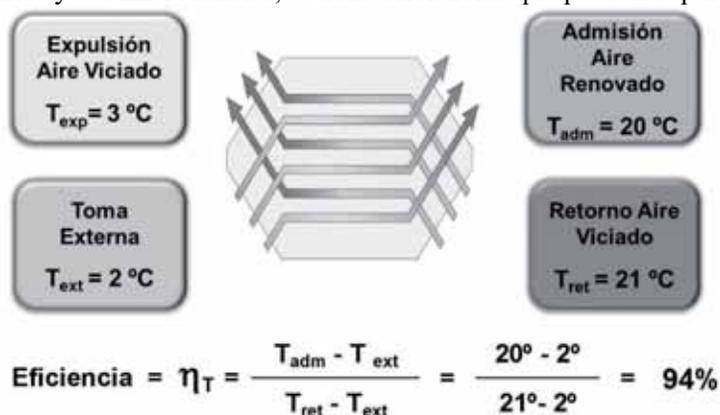


Figura 4. Ejemplo de funcionamiento de un **recuperador de calor para flujo de aire a contracorriente**. Nótese que sin consumo energético impulsa el aire al interior de la vivienda a 20 °C, recuperando el 94% del calor sensible.

Es importante notar la diferencia de eficiencias en ambos casos. El recuperador de calor de flujo cruzado envía el aire al interior de la vivienda a 13° C. El recuperador de calor de flujo a contracorriente envía el aire al interior de la vivienda a 20° C sin consumo extra de energía:

η_t	Toma Externa	Expulsión Aire Viciado	Admisión Aire Renovado	Retorno Aire Viciado	Δt renovación
%	T_{ext} [°C]	T_{exp} [°C]	T_{adm} [°C]	T_{ret} [°C]	$T_{\text{ret}} - T_{\text{adm}}$ [K]
94%	2	3	20	21	1
58%	2	10	13	21	8

Figura 5. Tabla comparativa de temperaturas de funcionamiento de un sistema de ventilación de confort con recuperación de calor con una eficiencia del 94% frente a un recuperador de calor con una eficiencia del 58%.

A pesar de la aparente poca diferencia de eficiencia entre el 58% y el 94 %, la realidad es que el aire que impulsa el recuperador de alta eficiencia (94%) a 20°C solo debe ser elevado de temperatura en 1K. El aire del recuperador de eficiencia 58% debe elevar su temperatura en 8 K. Es decir, el recuperador de flujo a contracorriente es 8 veces más eficiente que el de flujo cruzado. De esta forma podemos definir el Factor relativo de Eficiencia Energética como la inversa del cociente de los saltos térmicos a levantar en el aire de renovación:

$$= \text{Factor de Eficiencia Energética} \frac{1}{\left(\frac{T_{\text{ret}} - T_{\text{adm1}}}{T_{\text{ret}} - T_{\text{adm2}}} \right)}$$

Obviamente este Factor de Eficiencia crece asintóticamente conforme la eficiencia del recuperador se aproxima al 100% y es este crecimiento el responsable de las grandes diferencias de eficiencia real que ofrecen los distintos tipos de recuperadores. Si tomamos como referencia un recuperador estándar de eficiencia 55% y comparamos distintos recuperadores obtendremos la gráfica siguiente:

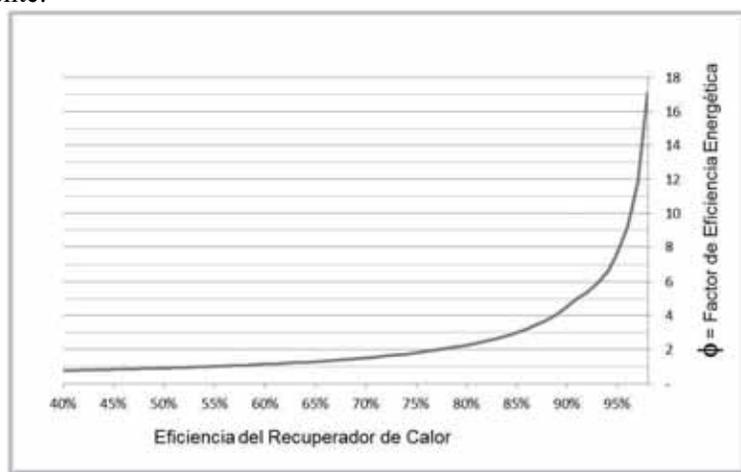


Figura 6. Gráfico del Factor (ϕ) de Eficiencia Energética de distintos recuperadores de eficiencias entre 40% y 98% con respecto a un recuperador estándar de eficiencia 55% ($\phi = 1$).

Evidentemente estos altos rendimientos (mayores del 90%) deben ser justificados por laboratorios certificadores independientes.

2.3. Essais d'efficacité thermique – thermal efficiency test

Vitesse circuit air extrait / exhaust circuit : 56%

Vitesse circuit air neuf / supply circuit : 58%



Résultats / Results		Exigences / Requirements
Puissance absorbée Electrical power	34 W	-
Efficacité (rapport de température sur l'air neuf) Efficiency (temperature ratio on supply side)	98%	> 85%

Figura 7. Ejemplo de informe de ensayo de una máquina Zehnder ComfoAir 200 en el laboratorio CETIAT de París.

4 INFLUENCIA DE LA ESTANQUEIDAD EN LA EFICIENCIA DEL RECUPERADOR.

Dado que definimos la eficiencia de un intercambiador como el cociente de las diferencias de temperaturas entre las temperaturas de admisión y retorno con respecto a la temperatura exterior, es obvio que cualquier disfunción que altere al alza la temperatura de admisión estará falseando los resultados obtenidos. Los laboratorios son conscientes que uno de los factores que mas deforman los resultados es la falta de estanqueidad den recuperador. Como el recuperador requiere un mantenimiento, este debe ser desmontable y las juntas que lo delimitan nunca son 100% estancas.

Dada la ausencia de una Norma Europea que regule estos ensayos, los distintos laboratorios certificadores han definido individualmente sus tolerancias. De esta forma, certificadoras del prestigio del TUV alemán admiten un máximo de fugas interiores del 5%. Sin embargo, certificadores mas estrictos, especializados en Edificios de Energía Casi Nula como PassivHaus, limitan la máxima fuga interna al 3%. Este rigor en las fugas se explica con facilidad al comparar como crece el error en la Temperatura de Impulsión T_{imp} cuando se reduce la eficiencia del recuperador:

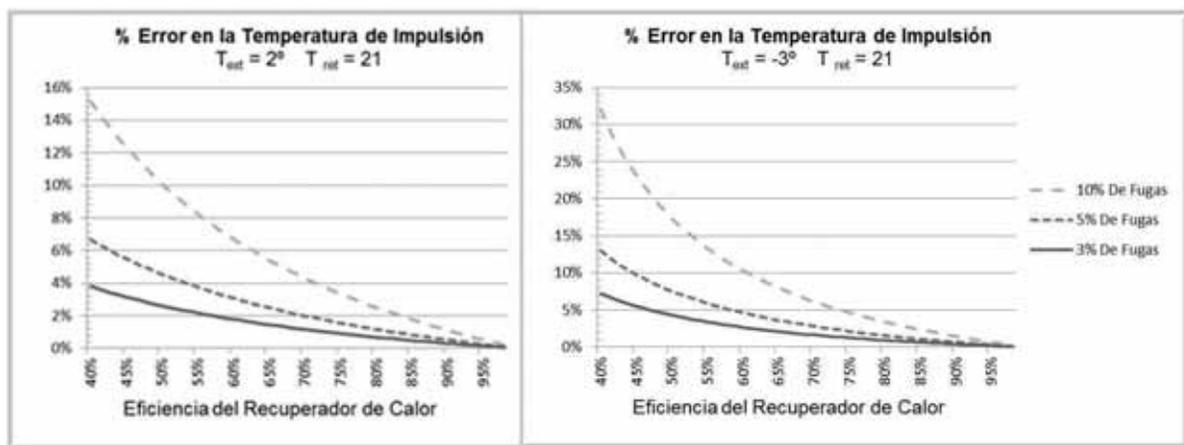


Figura 8. Gráficos de % de Error en la Temperatura de Impulsión en función de la estanqueidad del sistema. Es de notar como crece el % de error cuando disminuye la temperatura exterior.

Es importante señalar que con el aumento de la eficiencia del recuperador, el error se reduce. Efectivamente, al aumentar la eficiencia las dos temperaturas que la definen; T_{adm} y T_{ret} se aproximan con lo que las influencias perversas que puedan efectuarse una a la otra se diluyen. Esta es otra ventaja de trabajar con recuperadores de Alta Eficiencia Energética.

El concepto de estanqueidad es clave hasta el punto de ser el principal escollo para la homologación de maquinas de caudales medios y altos. En efecto, al revés de lo que ocurre con la generación de calor donde la concentración de medios eleva la eficiencia, en el caso de la ventilación de confort con recuperación de calor las eficiencias aumentan conforme se reducen los caudales, a la vez que se mejora la estanqueidad. Las instalaciones centralizadas no solo pierden eficiencia sino que aumentan considerablemente las fugas. En términos de ventilación con recuperación de calor la máxima eficiencia energética está en la instalación individual.

La Maison Saint-Gobain Multi-Confort

Alberto Coloma. Grupo Saint Gobain

Resumen: Se presentan en esta comunicación un conjunto de soluciones constructivas para viviendas y edificios de consumo casi nulo, que permiten además obtener las máximas prestaciones en las otras dimensiones del confort (acústico, lumínico, calidad del aire interior...) configurando un proyecto sostenible y económicamente viable. Se presta especial atención a las medidas pasivas (consideraciones bioclimáticas, envolventes óptimamente aisladas y estancas y control de la ventilación) que llevan a una mínima demanda energética para calefacción y refrigeración.

Se muestra como ejemplo de referencia una vivienda unifamiliar construida en Beaucouzé (Francia), inaugurada el pasado julio 2011. Algunos datos de la vivienda: 162m² superficie útil, consumo energético total de 39kWh/m²/año y reducción de un 50% en consumo para calefacción y 50% en emisiones de CO₂ con respecto al valor exigido por el Código Técnico Francés RT2012. Construida en 6 meses ha supuesto una inversión total para sus propietarios de 260.000 €.

Área temática: 4.- Materiales y Soluciones Constructivas para EECN ó 8.- Casos Prácticos de EECN

Palabras clave: Hábitat Sostenible. Soluciones. Innovación. Confort.

1. INTRODUCCIÓN

Los edificios del mañana en la Unión Europea serán Edificios de Consumo Casi Nulo. Este compromiso actuará sin duda como motor de la innovación en el sector de la construcción en Europa. Pero ello no debería hacernos olvidar que, ya hoy, en nuestros días, disponemos de soluciones técnicas contrastadas que nos permiten acometer un proyecto de esta naturaleza con unos niveles de coste asumibles por el mercado.

Por otro lado, el Hábitat del futuro es sin duda un Hábitat más respetuoso con los recursos energéticos, pero también ha de ser el Hábitat que integre el concepto del confort en todas sus múltiples dimensiones : Confort térmico, acústico, Visual o lumínico, Sanitario (calidad del aire interior) y funcional (accesibilidad)

2. OBJETIVO

Se pretende en este trabajo mostrar una serie de soluciones constructivas que, aplicadas en la envolvente de una vivienda unifamiliar, permiten conseguir una demanda energética en calefacción próxima a niveles de casa pasiva y que proporcionan al mismo tiempo resultados óptimos en aislamiento acústico, confort visual y calidad del aire interior. Se muestra un caso práctico de aplicación de esta envolvente de máxima eficiencia energética a una vivienda unifamiliar a la que se ha dotado además de pozo canadiense, paneles termosolares para ACS y tejas fotovoltaicas, consiguiéndose un balance positivo de energía para el conjunto de la edificación.

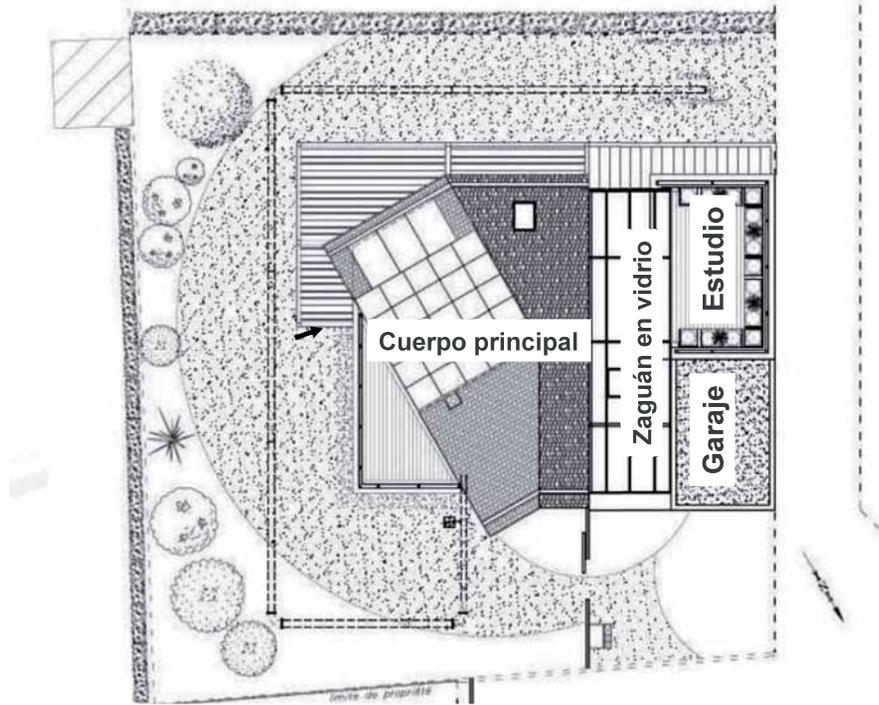


Fig 1. Planta General



Fig 2. Infografía 3D

3. PRESENTACIÓN RESUMIDA DE DATOS Y RESULTADOS

Localización : Beaucouzé . Departamento de Angers (49). Zona climática RT2012 H2b (50 kwh/m2/año consumo total energía primaria admitido)

Superficie del terreno : 509 m2 superficie útil de la vivienda : 132m2 habitables + 30m2 zaguán

Fin de obra julio 2011 Construcción en 18 semanas. 260.000 € coste total final.

Tabla I. Consumos de energía primaria (kWh/m2a)

Calefacción	18
ACS	12
Iluminación	3
Ventilación	6
TOTAL DIFERENTES USOS	39
PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA	-61
Balance energético	-22

Tabla II. Características de la envolvente

Características de la envolvente					
Elemento		Tipo			U (W/m2 °C)
Fachadas	Muros	Fachada Calimur	Aislam por el int. cuerpo pral vivienda Pex 200mm 32	Aislam. por el ext. estudio Pex 200mm 32	0,128
	Forjado P 1	Cubierta horiz/inclin.	ISOCONFORT 35 220mm entre vigas240mm bajo vigas		0,09
		Techo/terrazas	STSOLLENTACH VL 300mm + PLACO VOUTE		0,12
	Forjado Baja	Contacto suelo	MAXISSIMO 80 + 120mm		0,13
Sobre vacío sanitario		Solera Seca MAXISSIMO80mm HOURDISOL		0,1	
Huecos	Puertas	Puerta maciza	Alu con rotura de puente térmico		U=1,4
		Puerta ex. en vidrio	Aluminio DV + Climaplus UltraN		Utotal=1,27 TL 80% g 0,393
			PVC DV + ClimaPlus UltraN		Utotal=1,2 TL 80% g 0393
	Ventanas	Fachada N PBaja	PVC TV + Climatop Lux		Uvidrio 0,7 TL 74% g 0,393
		Otras	PVC DV `Climaplus UltraN		Uvidrio 1,1 TL 80% g 0,393
			Sistema "Aeroblue"		0,1 m3/h/m2 50Pa
Estanqueidad					

Tabla III. Características de las instalaciones

Características de las instalaciones				
Elemento	Tipo	Características		
Ventilación	VMC DF Dee Fly Hygro Aldes	Q punta (m ³ /h)	$P_{ventilador}$ (W)	
		236	45	85%
	Pozo canadiense ELIXAIR	42 m lin. 1,6 a 2,4 m profundidad		
Calefacción	Paneles Quantum Thermovit	Unidades		Pot.media (W)
		8		630
ACS	Paneles TISUN FM-W	Uds	S unit. m ²	Coef.pérdidas (W/m ² K)
		3	2,35	3,72
	Calentador eléctrico	Volumen (l)		Coef.pérdidas (Wh/LKd)
		500		0,12
Fotovoltaica	Panel SUNLAP SL2M120- PG Monocristalino	Uds		Potencia/ud (W)
		25		120

4. DESCRIPCIÓN DE ALGUNAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS EMPLEADAS

Fachadas. La totalidad de muros de fachada de la vivienda está construida con bloques de 20 de arcilla expandida con una R de 1,3 m²/KW. Este cerramiento base se ha aislado con cuatro soluciones constructivas diferentes, dos por el exterior en el *estudio* anexo al garaje y otras dos por el interior en el *cuerpo principal* de la vivienda. En todos los casos y para las cuatro soluciones de fachada ensayadas se consigue una U total de 0,128 W/m²K (R=7,8m² K/W)



Fig 3. (a) bloques arcilla expandida (b) Sate con EPS 200mm (c) trasdosado lana de vidrio + PLY

- **estudio** : 2 soluciones diferentes de aislamiento por el exterior

a.- Fachada ventilada con estructura soporte a base de listones de madera y doble capa de aislamiento en lana de vidrio 100mm+80mm y 32

b.- SATE con EPS esp 200mm y 32

Ambas soluciones con un valor de U de 0,128 W/m²K (R=7,8 m² K/W)

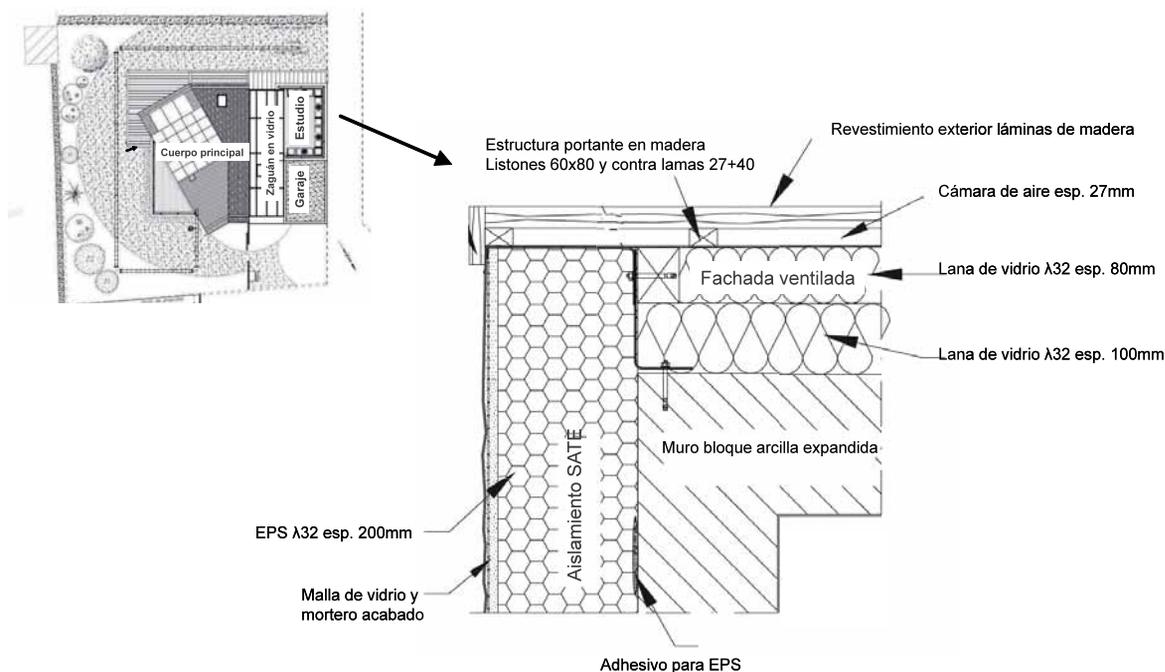


Fig 3. Soluciones de aislamiento por el exterior en estudio anexo a la vivienda principal

- **cuerpo principal de la vivienda**: 2 soluciones diferentes de aislamiento por el interior

a -Aislamiento por el interior en planta baja mediante trasdosado con panel aislante EPS lambda 0,032 esp 200mm pegado al muro portante y placa de yeso laminado. U solución 0,128 W/m²K (R 7,8 m²K/W). La placa de yeso laminado que se ha empleado ofrece además un poder de captación del 70% de COVs (aldeidos)

b - Aislamiento por el interior en planta primera mediante trasdosado con paneles de lana de vidrio 2 x 100mm lambda 0,032 y placa de yeso laminado con una U total de la solución de 0,128 W/m²K.

Suelos

Se han aplicado en todos los casos soluciones con una U de 0,10 W/m²K, ya sea en forjado de planta baja en contacto con el terreno, con doble aislamiento a base de paneles de EPS como en zonas en las que se dispone de un vacío sanitario y que se resuelven con forjado de estructura metálica con bovedillas de EPS y paneles adicionales de EPS para reforzar el aislamiento.

Techos

a - En terraza visitable forjado con vigueta de hormigón y bovedilla de EPS sobre la que se dispone un panel de EPS de 300mm (λ 0,031) bajo lámina de impermeabilización., obteniéndose una U de la solución de 0,10 W/m²K

b - En ático no habitable se dispone sobre el forjado una capa de 540mm de lana de vidrio λ 0,035 con una U para la solución de 0,08 W/m²K

c - En buhardilla habitable se coloca bajo la cubierta inclinada una capa de lana de vidrio λ 0,035 de 540 mm de espesor obteniéndose una U de la solución de 0,09 W/m²K

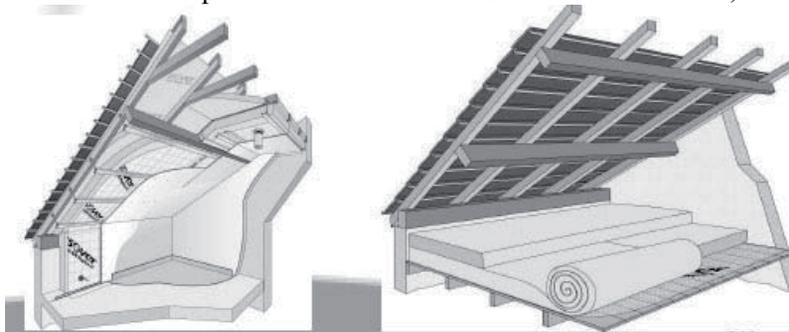


Fig 4. Soluciones de aislamiento en ático habitable y no habitable

Puentes térmicos

Todos los puentes térmicos se mantienen en valores inferiores a 0,6 W/m K

Huecos

La vivienda se ha construido con un porcentaje de huecos del 23,2%, superior a 1/6 de la superficie útil, de acuerdo con las exigencias de la RT2012 francesa.

En fachada Norte planta baja se ha optado por una solución de vidrio triple con fuerte transmisión solar y luminosa (U_{vidrio} 0,7 W/m²K y g 0,62 con una U de la ventana de 1,1 W/m²K) En el resto de fachadas se ha optado por un doble acristalamiento bajo emisivo con una U_{vidrio} de 1,1 W/m²K, factor solar de 0,63 para una U total de la ventana de 1,3 W/m²K

En el zaguán o atrio acristalado se ha instalado un vidrio con control solar extremo $g=0,28$

5. CONCLUSIONES

El diseño de un edificio de consumo casi nulo debe empezar por una concepción bioclimática del proyecto y la construcción de una envolvente perfectamente aislada y estanca tanto en sus partes ciegas como en huecos acristalados, de modo que se reduzca su demanda de calefacción y refrigeración hasta valores cercanos al estándar de casas pasivas.

En la actualidad disponemos ya de soluciones técnicas económicamente viables para obtener estos niveles de eficiencia energética en las envolventes y algunas de ellas se presentan en este trabajo.

Con estas bases de partida y la instalación de sistemas eficientes basados en energías renovables (geotermia, térmica solar para ACS y fotovoltaica para producción de energía eléctrica) es posible la construcción, como en el caso práctico que hemos visto, de edificaciones con balance energético positivo a precios asumibles por el mercado.

Bienestar y ahorro energético con los sistemas de aislamiento térmico de fachadas por el exterior

Prof. Amilcare Collina, Gabriel A. Ortín Rul. Mapei.

Resumen: Con el fin de evaluar la eficacia de los Sistemas de Aislamiento Térmico por el Exterior (SATE) en su contribución a la limitación de demanda energética, se analiza, a continuación, el comportamiento de un cerramiento tradicional multicapa y se compara con el del mismo cerramiento incorporando el SATE.

Área temática: Materiales y Soluciones Constructivas para EECN

DISPERSIONES TÉRMICAS

Las dispersiones térmicas a través de un cerramiento, que delimita un ambiente interior mantenido a 20°C por una instalación de calefacción con el exterior a una temperatura de -5° C, dependen estrechamente del aislamiento del propio cerramiento.

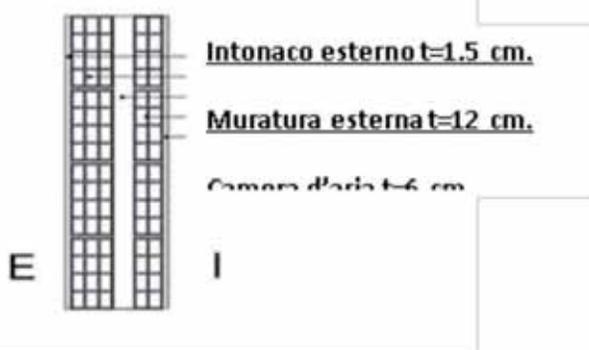


Figura 2: estratigrafía del cerramiento

Consideremos un cerramiento con una estratigrafía como la indicada en la Figura 2, que comprende, del exterior al interior:

Un revoque exterior de 1,5 cm. de espesor.

Una hoja externa de fábrica de ladrillo hueco de 12 cm. de espesor.

Una cámara de aire de 6 cm. de espesor.

Una hoja interna de fábrica de ladrillo hueco de 8 cm. de espesor.

Un enlucido interno de 1,5 cm. de espesor.

Las dispersiones térmicas, en las condiciones ambientales arriba descritas, son de 28 W/m². Las dispersiones a través del mismo cerramiento con un sistema de aislamiento térmico aplicado por el exterior (SATE), con un panel de poliestireno expandido extrudido de 8 cm de espesor, se reducen a 8 W/m².

Con el fin de comprender las razones de esta gran reducción y de apreciar otros aspectos positivos inducidos por la aplicación del SATE, se detallan a continuación los mecanismos de transferencia de la energía térmica que están en la base de los fenómenos de dispersión.

MECANISMOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR

Todo fenómeno de transporte observado en la naturaleza está asociado a una fuerza motriz. En el caso que estamos considerando, el del transporte de calor del interior al exterior, la fuerza motriz es la diferencia de temperatura.

Debemos subdividir conceptualmente el curso del calor en tres tramos:

El flujo térmico desde el ambiente interior a la superficie interior del cerramiento $\dot{\phi}_1$

El flujo térmico en el interior del cerramiento $\dot{\phi}_2$

El flujo térmico de la superficie externa del cerramiento al ambiente externo $\dot{\phi}_3$

En condiciones estacionarias:

$$\dot{\phi}_1 = \dot{\phi}_2 = \dot{\phi}_3 \quad (1)$$

los flujos térmicos $\dot{\phi}_1$ y $\dot{\phi}_3$ están determinados por los mecanismos de convección natural y radiación que se producen en el aire en contacto con el cerramiento, mientras que el flujo $\dot{\phi}_2$ viene determinado por el mecanismo de conducción del calor el interior de la parte sólida del cerramiento.

Tales mecanismos están ampliamente descritos en la literatura técnica (1) y existen modelos matemáticos fiables que relacionan el flujo térmico con las correspondientes diferencias de temperatura:

Convección natural

Se utiliza el modelo desarrollado por SCHMIDT, BECKMANN y POLHAUSEN. La correlación entre la contribución de la convección natural al flujo térmico $\dot{\phi}^c$ y la diferencia de temperatura en contacto con el cerramiento, para un cerramiento de 3 m. de altura, se puede ver en la Figura 3

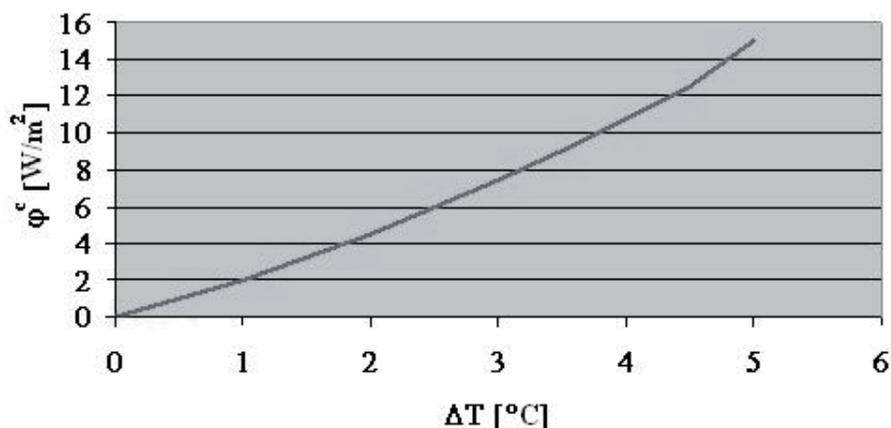


Figura 3: Flujo de convección natural en función de la diferencia de temperatura

Radiación

Se utiliza el modelo desarrollado por STEFAN y BOLTZMANN. La correlación entre la contribución de la radiación al flujo térmico $\dot{\phi}^r$ y la diferencia de temperaturas se puede observar en la Figura 4.

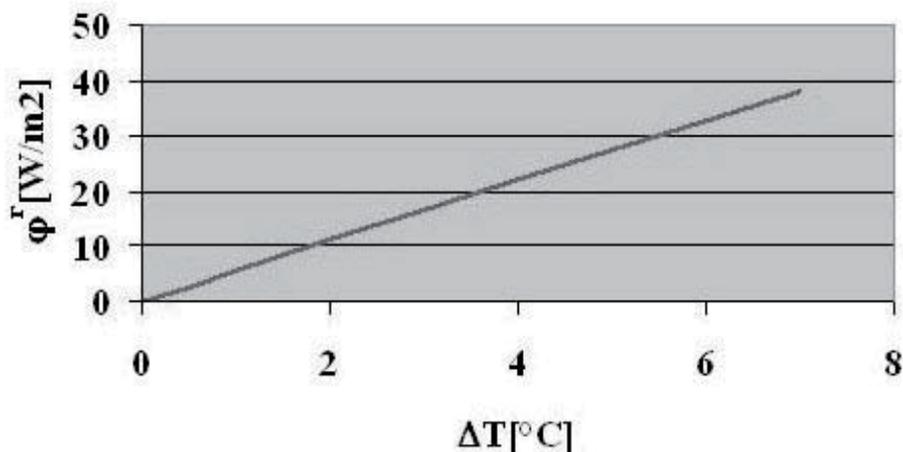


Figura 4: Flujo térmico de radiación en función de la diferencia de temperatura

Conducción

La conducción de calor en un material sólido viene descrita por la ley de FOURIER que establece que el flujo térmico q es proporcional al salto de temperatura T e inversamente proporcional a la distancia t entre las dos caras del sólido:

$$q = kw \quad T/t \quad (2)$$

La constante de proporcionalidad kw es la conductibilidad térmica del material.

En nuestro caso el cerramiento está constituido por diversos estratos de distintos materiales, cada uno con su propio valor característico de conductibilidad térmica; por lo tanto, para calcular la resistencia térmica total del cerramiento, deberán combinarse las diversas resistencias al flujo térmico.

Los citados modelos matemáticos de transporte de calor pueden aplicarse e, imponiendo las condiciones de estacionariedad:

$$C_1 + r_1 = h_2 = c_3 + r_3 \quad (3)$$

se puede calcular el perfil de temperatura en contacto y en el interior del cerramiento, así como las dispersiones térmicas a través del cerramiento perimetral.

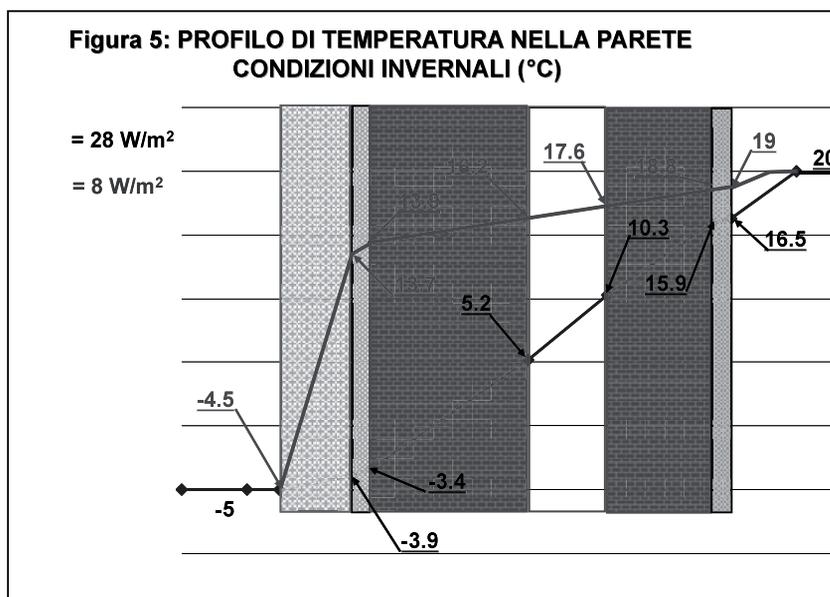
El perfil de temperatura en contacto y en el interior del cerramiento no aislado (línea negra) se ve en la Figura 5, frente al perfil (línea azul) relativo al mismo cerramiento aislado con el SATE. Los perfiles han sido calculados con las siguientes condiciones de contorno:

Temperatura del ambiente interior: 20°C

Temperatura exterior: -5°C

Estratigrafía del cerramiento según la Figura 2

Espesor del panel aislante: 8 cm



Los correspondientes valores de dispersiones térmicas son:

Cerramiento no aislado: $= 28 \text{ W/m}^2$

Cerramiento con el SATE: $= 8 \text{ W/m}^2$

El perfil de temperatura relativo al cerramiento no aislado tiene las siguientes características distintivas:

La temperatura de la hoja externa del cerramiento es fría, entre $-3,4$ y $+5,2$ °C. El valor medio es de $+0,9$ °C.

La temperatura de la hoja interna varía entre $+10,3$ y $+16,5$ °C, con un valor medio de $+13,4$ °C. Hay una diferencia de 12 °C en los valores medios de temperatura entre las hojas externa e interna.

La temperatura de la superficie interna del cerramiento es de $16,5$ °C, inferior en $3,5$ °C a la del ambiente.

El perfil de temperatura del cerramiento aislado con el SATE se caracteriza por:

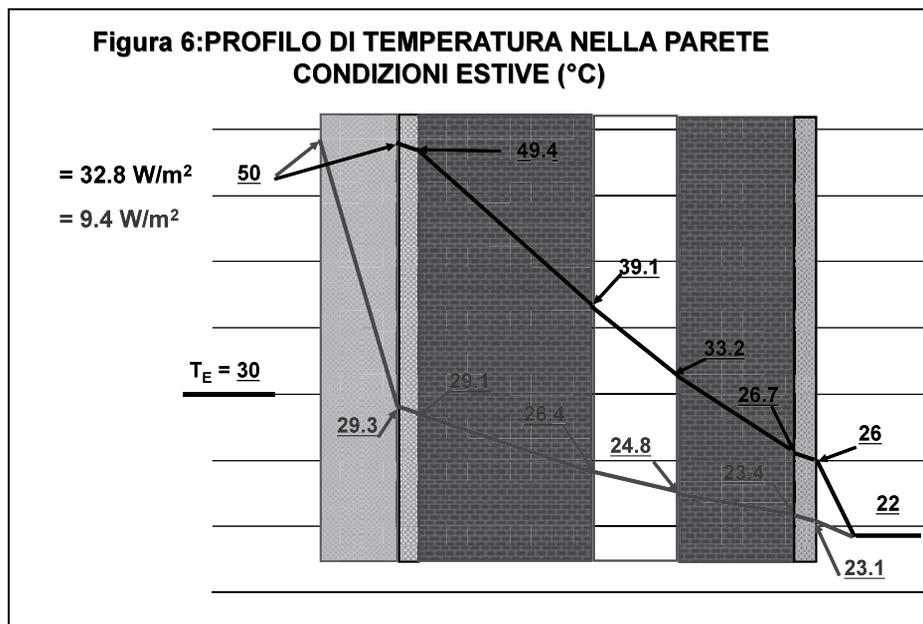
Temperatura moderada de la hoja exterior del cerramiento (valor medio $+15$ °C).

Temperaturas de las hojas interior y exterior cercanas (diferencia de $+3$ °C).

Temperatura de la superficie interior de la hoja, próxima a la temperatura ambiente (diferencia de $+1$ °C).

Análogas consideraciones pueden hacerse observando los perfiles de temperatura en condiciones estivales, con una temperatura exterior de $+30$ °C, una temperatura de la hoja externa del cerramiento de 50 °C por efecto de la radiación solar, y una temperatura ambiente interior mantenida a $+22$ °C por una instalación de acondicionamiento (Figura 6).

El flujo de calor desde el exterior al interior se reduce de $32,8 \text{ W/m}^2$ a $9,4 \text{ W/m}^2$.



CONDENSACIÓN INTERSTICIAL DE VAPOR DE AGUA

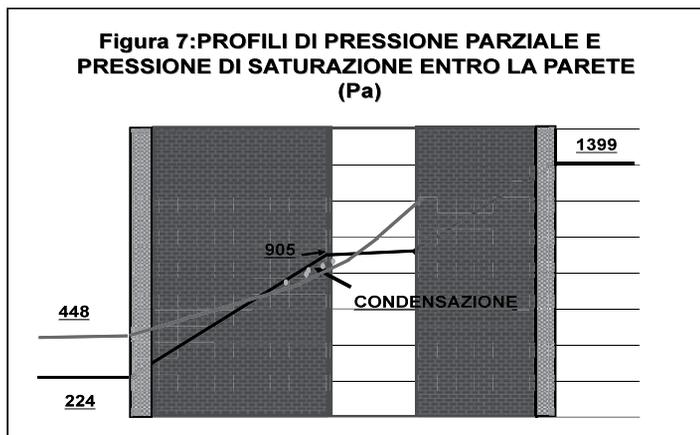
Se produce condensación de vapor de agua allí donde la presión parcial de vapor de agua tiende a superar la presión de saturación.

A través del cerramiento perimetral que separa el ambiente interior (a una temperatura de +20°C y 60% de humedad relativa) del exterior (a una temperatura de -5°C y un 50% de humedad relativa) se produce un flujo de vapor de agua.

La fuerza motriz, por el fenómeno de transporte de masa (1), es la diferencia de presiones parciales del vapor de agua entre el interior y el exterior, siendo la presión parcial en el interior de 1399 Pa mientras que la presión parcial en el exterior es de 224 Pa.

Aunque la transferencia de vapor que se difunde a través del cerramiento es muy pequeña y no tiene ningún efecto sobre la humedad relativa del ambiente interior, el fenómeno debe tomarse en consideración para valorar las posibles condiciones locales de condensación de vapor de agua en el interior del cerramiento.

El perfil de presiones parciales de vapor de agua en el interior del cerramiento no aislado se puede ver en la Figura 7 (línea negra), en contraste con el perfil de presiones de saturación (línea verde) para las ya descritas condiciones ambientales. En la hoja externa, la baja temperatura crea las condiciones de condensación intersticial. La instalación del SATE cambia dichas condiciones elevando la temperatura del cerramiento y, consecuentemente, los valores locales de las presiones de saturación.



TENSIONES EN LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO

Cualquier diferencia de temperatura entre los elementos de la propia estructura genera esfuerzos y deformaciones en la estructura misma (3). Las tensiones se deben a las deformaciones diferenciales impedidas. En otras palabras, en el caso de ausencia de aislamiento, puesto que la temperatura media de la hoja externa del cerramiento es 12°C inferior a la temperatura de la hoja interior, se produce una deformación diferencial por retracción de cerca de 100 $\mu\text{m}/\text{m}$ entre las dos hojas. Puesto que ambas hojas están vinculadas entre sí al formar parte de la misma estructura del edificio, la retracción diferencial contrastada genera un esfuerzo de tracción en la hoja externa. El valor de tal esfuerzo a tracción es de 1300 kPa aproximadamente, valor que puede superar el límite de resistencia del mortero de la fábrica con los consiguientes fenómenos de fisuración.

La instalación del SATE reduce la diferencia de temperatura entre las dos hojas a 3°C y, consecuentemente, el esfuerzo de tracción se reduce a 340 kPa, lejos del límite de resistencia del mortero.

CONFORT

El valor de la temperatura superficial interna del cerramiento no aislado se ha valorado en 16,5 °C, inferior en 3,5 °C a la temperatura ambiente.

Tal diferencia decrece rápidamente con la distancia de la superficie de la pared de forma que, a pocos centímetros, es próxima a cero.

La diferencia de temperatura, incluso si se limita a una zona restringida cercana a la pared, tiene efectos significativos sobre el confort. El modelo de FANGER (2), basado sobre sensaciones de bienestar y sobre el equilibrio térmico del organismo humano, explica este fenómeno. Según dicho modelo, las dispersiones térmicas del organismo de una persona ocupada en una actividad sedentaria en condiciones de bienestar, es de 126 W. Los mecanismos de la dispersión son la respiración, la transpiración, la convección y la radiación. Mientras respiración, transpiración y convección dependen de la temperatura ambiente y no son influenciadas por la temperatura de la pared, la radiación depende fuertemente de la diferencia de temperatura entre ambiente y pared.

Para una diferencia de temperatura de 3,5 °C, como es el caso del cerramiento no aislado, la dispersión por radiación (43 W para una diferencia de 1°C) crece hasta 58 W. El sistema de

termorregulación del cuerpo humano compensa esta dispersión anómala, pero provoca una sensación de frío que crea una situación no confortable.

En conclusión, la temperatura ambiente correspondiente a condiciones de bienestar depende también de la temperatura de la pared, como se muestra en la Figura 8.

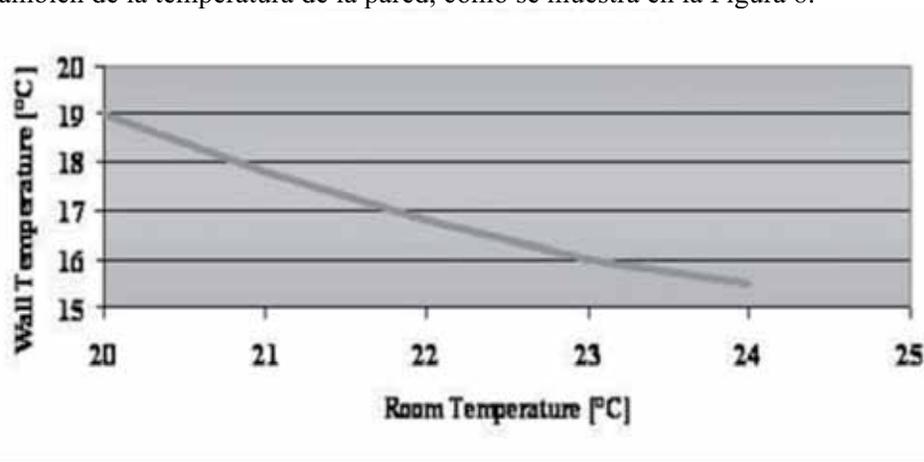


Figura 8: Curva de bienestar

La instalación del SATE, aumentando la temperatura de la pared a 19°C, garantiza las condiciones de confort óptimas, minimizando los consumos energéticos.

El modelo de FANGER no se limita a considerar el equilibrio entre temperatura ambiente y temperatura de la pared, sino que toma en consideración un cierto número de parámetros:

Variables ambientales

Temperatura del aire

Humedad relativa

Velocidad del aire

Temperatura media radiante

Condiciones de la persona:

Nivel de actividad

Nivel de abrigo

Sobre la base de tales parámetros, el modelo es capaz de definir un mapa de bienestar.

AHORRO ENERGÉTICO

La instalación del SATE reduce fuertemente las dispersiones térmicas a través de los cerramientos del edificio. El flujo térmico se reduce en invierno de 28 W/m² a 8 W/m² y en verano de 32,8 W/m² a 9,4 W/m², como ya se ha descrito.

Esta drástica disminución del flujo tiene el efecto positivo de la reducción muy significativa de los consumos energéticos, tanto para la calefacción en invierno como para el acondicionamiento en verano.

Una reducción de los consumos energéticos del 25-35 % se ha constatado en un gran número de casos. Parte de la reducción de los consumos es debida al apagado de la instalación de calefacción en las horas nocturnas, lo que es posible gracias al bajo flujo térmico garantizado por el aislamiento. Incluso en tales condiciones, el sistema SATE mantiene las condiciones de confort, como se muestra en la Figura 9.

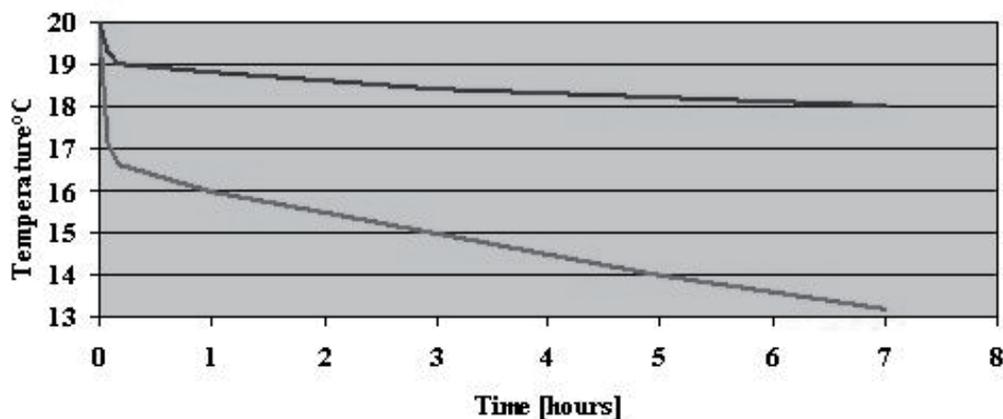


Figura 9: evolución después del apagado de la instalación

La línea roja muestra la disminución de temperatura ambiental en el tiempo, una vez apagada la instalación de calefacción en el caso de un cerramiento no aislado. La línea azul muestra la evolución de la temperatura ambiente en el caso del cerramiento aislado con el SATE. Las condiciones de bienestar se mantienen durante las horas nocturnas solo en el segundo caso.

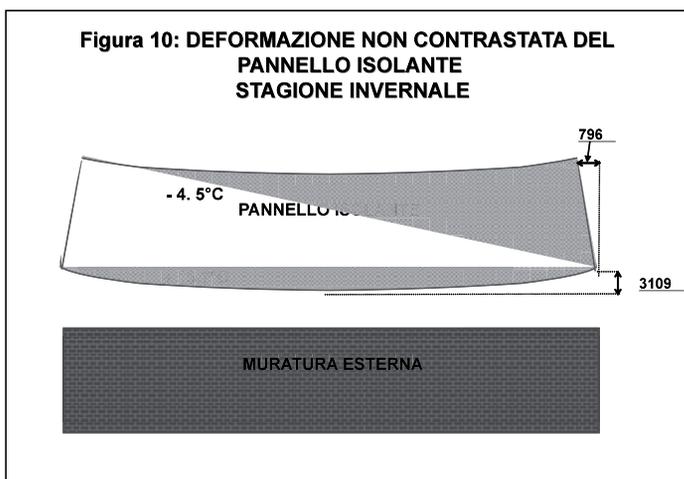
PRESTACIONES DEL SATE

La obtención de las ventajas anteriormente descritas, no limitadas al ahorro energético, y de su mantenimiento en el tiempo está estrechamente ligada a las prestaciones del sistema de aislamiento. El SATE es un sistema complejo, que tiene en el adhesivo su componente clave. De hecho, el adhesivo debe garantizar las prestaciones de resistencia a esfuerzos de corte y de arrancamiento (peel) muy significativos en paneles aislantes rígidos ¿cómo se generan estos esfuerzos?

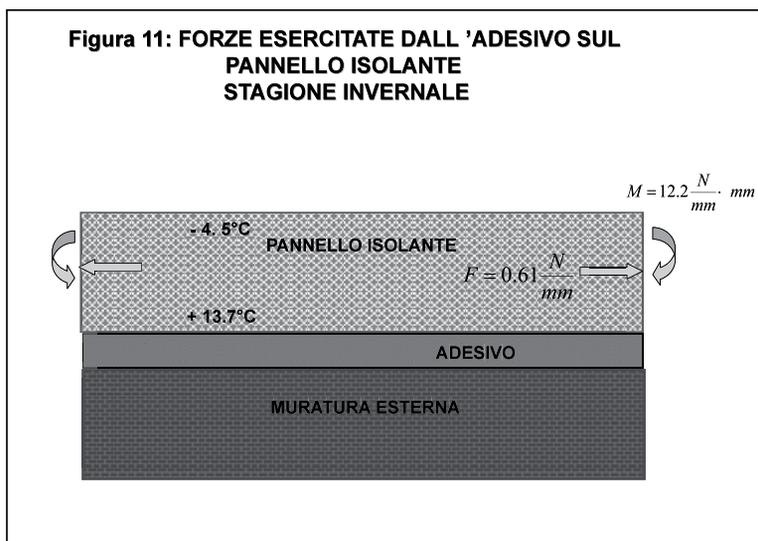
El peso propio del sistema y la depresión inducida por el viento generan esfuerzos modestos, como se puede verificar fácilmente por un simple equilibrio de fuerzas. Los esfuerzos que, de lejos, son más importantes son los generados por el impedimento de las deformaciones inducidas por el fuerte contraste de temperaturas entre las dos caras del panel aislante.

Consideremos un panel aislante con unas dimensiones de 1250 x 600 mm y un espesor de 80 mm. de poliestireno expandido extrudido con un coeficiente de dilatación térmica lineal α equivalente a $70 \mu/m \text{ } ^\circ\text{C}$.

En invierno, con una temperatura exterior de -5°C y una temperatura ambiente de $+20 \text{ } ^\circ\text{C}$, la diferencia de temperatura entre las dos caras del panel supera los 18°C . En estas condiciones, en ausencia del adhesivo, observamos la deformada no impedida representada en la Figura 10, con valores máximos de deformación por retracción de casi 800μ y de deformación por flexión superiores a 3 mm.



La presencia del adhesivo mantiene el panel indeformado, como se indica en la Figura 11.



El adhesivo ejerce, por lo tanto, fuerzas sobre el panel: una fuerza de tracción indicada en la figura como F , que contrarresta la deformación por retracción y un momento flector, indicado en la figura como M , que contrarresta la deformación por flexión.

Los valores indicados son relativos a cada milímetro de la dimensión del panel, en la dirección perpendicular al plano de la figura, de dimensión 600 mm. Los valores de fuerza y momento dependen de la rigidez del panel, característica vinculada al espesor, aquí 80 mm, y al módulo de Young característico del material E_p , que aquí se asume equivalente a 12 MPa.

A las fuerzas ejercidas por el adhesivo sobre el panel corresponden fuerzas iguales y opuestas ejercidas por el panel sobre el adhesivo, que originan esfuerzos en el interior del adhesivo. Tales esfuerzos dependen de las características mecánicas del adhesivo y de su espesor, que aquí se supone de 4 mm.

Las características mecánicas del adhesivo están relacionadas con el módulo de Young E_a , que se supone aquí de 12000 Mpa y al módulo de corte G_a , que se supone aquí de 400 MPa. Tales valores vienen determinados en laboratorios dotados de los equipos adecuados y de los técnicos especialistas en ensayos de sollicitación mecánica de materiales.

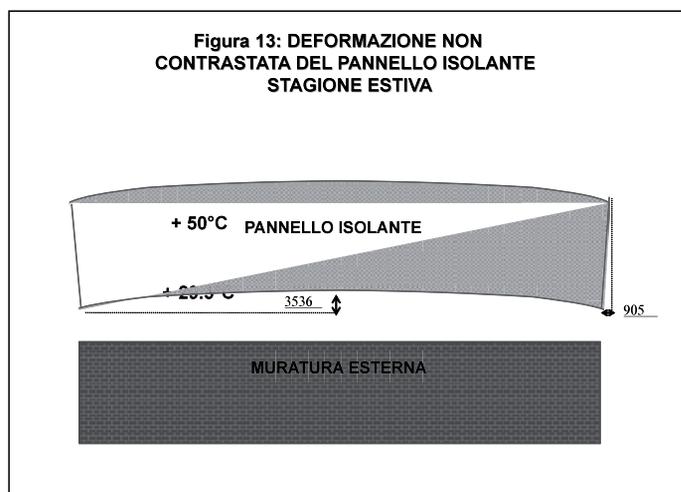
Utilizando modelos típicos de la ciencia y técnica de la construcción, se pueden determinar la intensidad y la distribución de los esfuerzos en el adhesivo.

El modelo “shear-lag”(4) permite determinar el esfuerzo de corte generado por la fuerza F . El esfuerzo de corte máximo en el adhesivo resulta equivalente a 197 kPa, en correspondencia con los bordes externos del panel. El esfuerzo de corte, tangencial, en la interfase panel-adhesivo está representado por la flechas horizontales en la Figura 12, donde la intensidad del color es proporcional al valor del esfuerzo.

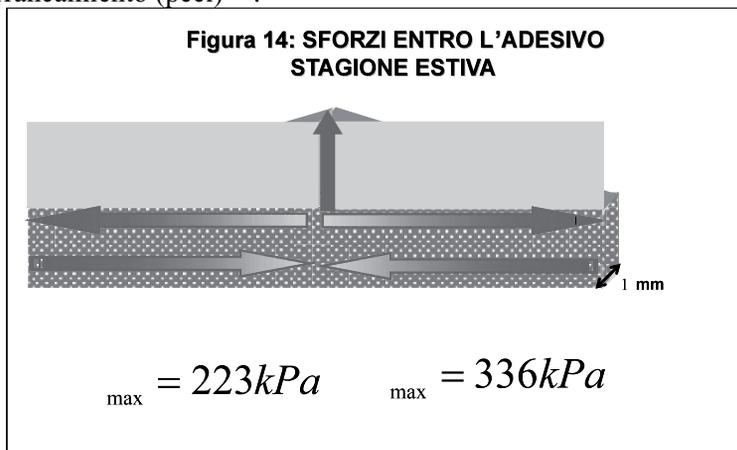
El modelo “viga sobre suelo elástico”(3) permite determinar el esfuerzo de arrancamiento (peel) generado por el momento flector M . El esfuerzo de arrancamiento máximo en el adhesivo es de 296 kPa, en correspondencia con los bordes externos del panel, y disminuye con la distancia a los bordes anulándose en el centro del panel. El diagrama de los esfuerzos de arrancamiento (peel), perpendiculares a la interfase panel-adhesivo, es el representado en la Figura 12.



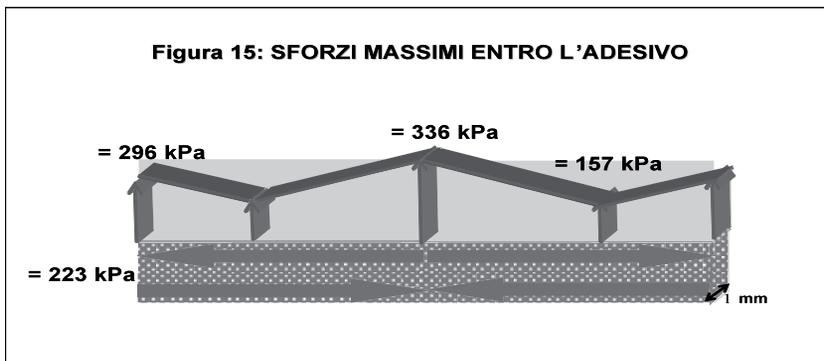
Análogas consideraciones pueden hacerse considerando la situación en la estación veraniega. En la figura 13 se representa la deformada no impedida del panel. El valor máximo de deformación por retracción es de 905 μ y el de la deformación por flexión es superior a 3,5 mm.



Los esfuerzos correspondientes en el adhesivo son los mostrados en la Figura 14. El esfuerzo de corte máximo es equivalente a 223 kPa, en correspondencia con los bordes externos del panel, mientras que el esfuerzo de arrancamiento (peel) máximo es de 336 kPa, en correspondencia con el centro del panel. En la Figura 14 se representan el diagrama de los esfuerzos de arrancamiento (peel) .



En cualquier punto del adhesivo, el esfuerzo máximo viene dado por el mayor valor entre los de la estación veraniega y los de la invernal. En la figura 15 se representan los esfuerzos máximos y el perfil de distribución relativo. Las prestaciones del adhesivo deben garantizar valores de resistencia superiores a los esfuerzos máximos calculados.



El adhesivo adecuado para la situación objeto de este estudio deberá garantizar una resistencia al esfuerzo de corte de unos 250 kPa, una resistencia al esfuerzo de arrancamiento (peel) de

cerca de 350 kPa y una adhesión superficial entre el panel y el adhesivo, que es la interfase crítica del sistema, equivalente a 350 kPa.

Sólo adhesivos de elevada calidad, diseñados y realizados para esta aplicación específica son capaces de garantizar estas prestaciones.

Del diagrama de esfuerzos de la Figura 15 se deduce también la regla para la correcta aplicación del adhesivo. La práctica extendida de aplicaciones por pelladas y cordón no es coherente con la distribución de los esfuerzos de arrancamiento que afectan a toda la capa de adhesivo; esta modalidad de aplicación causa concentraciones anómalas de los esfuerzos donde el adhesivo está presente, con la posibilidad de superar los límites de adhesión superficial y el consiguiente desprendimiento del panel, como se muestra en la Figura 16.

Figura 16: DISTACCO DEL PANNELLO



Sólo una aplicación del adhesivo en capa continua y con cuidado de la planitud evita inconvenientes graves como el representado en la Figura 16. La planitud del panel es importante porque desviaciones sensibles provocan, en verano, la aparición de momentos flectores de excentricidad que aumentan los esfuerzos en el adhesivo y pueden causar la superación del límite de adhesión superficial en la interfase adhesivo-panel. Es evidente que la exigencia de planitud en el panel comporta, a su vez, la aplicación sobre un soporte, constituido por albañilería enfoscada, a su vez plano.

CONCLUSIONES

Los resultados de los análisis descritos demuestran claramente los valores añadidos del SATE: Confort debido al equilibrio óptimo entre la temperatura ambiente y la de la pared, y a la persistencia de dicho equilibrio incluso después del cierre de la instalación de la calefacción.

Salvaguarda de la estructura del edificio, debida a la gran reducción de las tensiones mecánicas y a la eliminación del fenómeno de la condensación intersticial del vapor de agua.

Reducción de los consumos energéticos, tanto en invierno como en verano, con ahorros evaluables en, aproximadamente, un 30%.

Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, de acuerdo con los estándares ambientales europeos.

Por otra parte, el SATE es un sistema complejo multicomponente, donde cada componente debe ser:

Proyectado correctamente como parte del sistema

Caracterizado por técnicos expertos en laboratorios adecuadamente equipados

Producido con los estándares de calidad adecuados

Instalado siguiendo las reglas de buena práctica

La práctica de algunos instaladores de componer el SATE con elementos adquiridos individualmente en el mercado, adoptando como único criterio el del menor precio de compra posible y, en demasiadas ocasiones, instalándolo sin tener suficientes conocimientos para valorar las prestaciones y la compatibilidad, expone al contratista a grandes riesgos de funcionamiento e incluso de rotura. Un sistema con la aprobación europea ETA según la Guía ETAG 004 de la EOTA e instalado por una empresa Certificada por el fabricante del SATE garantizará prestaciones eficaces y duraderas, satisfaciendo plenamente las condiciones arriba descritas.

Se puede concluir, por lo tanto, que los SATE, debidamente Certificados y colocados, suponen, hoy en día, la solución constructiva más eficiente para el cerramiento, no solo por la limitación de la demanda energética que suponen, sino por la mejora que aportan en el comportamiento mecánico e higrotérmico del mismo y por el incremento de los niveles de confort y bienestar que proporcionan a los usuarios de los edificios.

BIBLIOGRAFÍA

Bird R.B., Stewart W.E., Lightfoot E.N. (1962). Transport Phenomena. New York – London. John Wiley & Sons Inc.

Fanger PO. (1982). Thermal comfort, analysis and applications in environmental engineering. Florida. Robert E. Kreiger Publishing Co.

Gambarotta L. Nunziante L. Tralli A. (2003). Scienza delle costruzioni. Milano. McGraw-Hill Co.

Cox (1952) Br. J. Appl. Phys. 3, 72.

Los Sistemas de Automatización y Control en el camino hacia los Edificios sin dependencia energética

Julio Díaz García, Fundación Metal Asturias

Resumen: El creciente coste económico y ambiental que supone la energía consumida en los edificios ha obligado a adoptar estrategias de reducción y optimización de dicho consumo a lo largo de los últimos años. Sin embargo, nuevas exigencias legales harán necesaria una reducción mucho más acusada en un plazo de tiempo muy corto. Los edificios nuevos a partir de 2021 deberán tener un consumo neto de energía casi nulo. A pesar de los esfuerzos ya realizados, el objetivo a cumplir se vislumbra muy difícil dado el gran salto necesario desde el momento actual. Sin embargo, ese objetivo ya es posible y alcanzable. Hoy en día existen, tecnologías constructivas, instalaciones y equipamientos altamente eficientes que facilitan en parte dicho salto. Sin embargo, éstas estrategias no son suficientes ya que el coste de las renovables necesario para compensar estos consumos sigue siendo inabordable. Es necesario optimizar y reducir de forma extrema la demanda energética por medio de tecnologías de automatización y control y mantenerla en mínimos mediante una adecuada gestión energética continuada en el tiempo.

Área temática: Sistemas y Tecnologías en el EECN

Palabras clave: Eficiencia Energética, Mejores Tecnologías Disponibles, Sistemas de Automatización y Control, Gestión Energética.

INTRODUCCIÓN

En Europa el 40% del consumo energético se produce en los edificios. El futuro de nuestros edificios, desde el punto de vista energético es claro: es necesario romper con la sangría energética actual tanto por motivos ambientales como económicos. Nuevas tecnologías avanzadas y una nueva oleada de normativa en materia de eficiencia energética, junto con la alarmante subida de los precios de la energía, son claros elementos tensores que empujan hacia una solución no muy lejana que convierta, a medio plazo, a los nuevos edificios en elementos pasivos y no-contribuyentes netos al cambio climático. En este sentido, la nueva Directiva 2010/31/CE sobre Eficiencia Energética en Edificios, impone que a partir del año 2021 todos los edificios nuevos sean edificios de consumo de energía “casi nulo” (a partir de 2019 en el caso de los edificios nuevos de propiedad pública).

ESCENARIO BASE

En primer lugar, es imprescindible entender y asumir que un edificio de energía casi nula debe mantener los niveles de seguridad, accesibilidad y confort necesarios para sus ocupantes. Es decir, que ser eficiente no se basa en desconectar las luces, los ascensores o la climatización, sino en utilizar los recursos cuándo y dónde sean estrictamente necesarios. Por tanto, en cualquier edificio de energía casi nula deberá existir un consumo de energía que, para que el balance energético neto sea cercano a cero, deberá ser compensado mediante el uso intensivo de fuentes de energía renovables. Sin embargo, también resulta evidente que el coste de generación

de estas energías limpias debe ser económicamente asumible, por lo que debemos partir de un escenario de mínima demanda y máxima eficiencia para que, en conjunto, el proyecto sea económicamente viable. En este sentido, de suma importancia será el fomento y desarrollo de tecnologías de aprovechamiento geotérmico y aerotérmico mediante bomba de calor, además de la aplicación de nuevas soluciones de aprovechamiento termo-solar, la incorporación de nanomateriales para aprovechamiento fotovoltaico en fachadas y el uso de micro turbinas eólicas para edificios. La micro-cogeneración, el uso generalizado de la pila de hidrógeno y el desarrollo de nuevas redes inteligentes (smart grids) también aparecen como parte de esta solución parcial.

ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA

Si consideramos que el consumo de energía depende de la demanda energética y del rendimiento de los equipos e instalaciones utilizadas en un edificio, podemos considerar una relación simple como la siguiente:

$$\text{Consumo} = \frac{\text{Demanda total}}{\text{Rendimiento global}}$$

Figura 1. Ecuación básica para clasificar las distintas estrategias de reducción de los consumos de energía

Según esta sencilla ecuación, básicamente dos son los caminos posibles para conseguir una dependencia casi nula de energía externa:

1. Mejora del rendimiento global:

En primer lugar aparece la necesidad de sustituir equipamientos e instalaciones por aquellas con un rendimiento mucho mayor al actual. Será necesario considerar el uso de las MTDs (mejores Tecnologías Disponibles) en cada caso. La generalización del uso de motores de alta eficiencia y variadores de frecuencia, la sustitución de lámparas, luminarias y equipos de iluminación, el uso de calderas de última generación y grandes sistemas de climatización de ámbito urbano son solo algunos ejemplos. Además, ayudará en este punto el impulso del etiquetado energético para cualquier tipo de máquina o producto con un vector energético claro, que ha tomado cuerpo desde la publicación de otra norma paralela a la anterior: la Directiva 2010/30/CE.

2. Reducción de la Demanda de energía:

En segundo lugar aparece la necesidad de reducir la demanda energética, en general de forma pasiva, mejorando la envolvente térmica de los edificios: utilizando mayores y mejores aislamientos, corrigiendo los puentes térmicos, utilizando estrategias de construcción bioclimática, etc. La ingeniería física de edificios toma un papel clave para conseguir que el sentido común vuelva a ser un arma a nuestro favor. En España el Código técnico de la Edificación ha supuesto un primer paso importante para esta reducción pasiva de la demanda, aunque indudablemente aún nos queda un largo camino por recorrer.

¿Y esto es todo?

No, esto no es todo lo que podemos hacer. La demanda energética puede y debe reducirse en mayor medida, aplicando una **reducción activa** de la demanda y utilizando criterios de ocupación, orientación, posición solar, regulación constante de luz y temperatura en cada

estancia, así como el uso de sistemas de medición inteligente, entre otros. Las tecnologías de Automatización y Control en Edificios (BACS por sus siglas en inglés: Building Automation and Control Systems) toman un papel fundamental a la hora de conseguir una reducción extrema de la demanda de energía. En Europa, al igual que el resto del mundo, los BACS basados en tecnologías estándar, con una implantación exitosa y creciente, representan actualmente la solución necesaria para conseguir que un edificio obtenga una Certificación Energética de nivel “A” o “B”.

RESULTADOS DEL USO DE TECNOLOGÍAS BACS SEGÚN LA NORMA EN-15232

La norma EN15232, nacida de la Directiva de Eficiencia Energética en Edificios (EPBD: Energy Performance of buildings Directive) nos aporta herramientas de cálculo que permiten conocer los potenciales de ahorro del uso de estas tecnologías de automatización y control.

La siguiente imagen, extraída de la Norma EN 15232 nos muestra las diferencias en el consumo de energía para, por ejemplo, tres tipos de edificios (Oficinas, colegios, hoteles), en relación a las clasificaciones energéticas de tipo A, B, C y D.

		Factor de eficiencia para energía térmica			Factor de eficiencia para energía eléctrica		
		Oficina	Colegio	Hotel	Oficina	Colegio	Hotel
A	BACS de alto rendimiento	0,70	0,80	0,68	0,87	0,86	0,90
B	BACS avanzados	0,80	0,88	0,85	0,93	0,93	0,95
C	BACS Estándar	1	1	1	1	1	1
D	Sistema de gestión no eficiente	1,51	1,20	1,31	1,10	1,07	1,07

Figura 2. Potenciales de ahorro y grados de obtención de distintos niveles de calificación energética gracias al uso de Sistemas de Automatización y Control, según la norma EN-15232

Es importante destacar que, según esta norma EN15232, la forma más rentable de conseguir que un edificio obtenga una Calificación Energética “A” es utilizando un Sistema BACS de muy alta eficiencia.

Asimismo, las herramientas y tecnologías de control que la norma EN 15232 estima como necesarias en cada tipo de edificio, para poder obtener las diferentes calificaciones energéticas se pueden apreciar de forma clara en la tabla expuesta a continuación:

	Control de iluminación	Control de calefacción y refrigeración	Control de Ventilación y Aire Acondicionado	Control de Cerramientos
A	<ul style="list-style-type: none"> - Control automático de la iluminación diurna. - Detección automática de ocupación: ON manual / OFF automático. - Detección automática de ocupación: ON manual / regulación automática. - Detección automática de ocupación: ON automático / OFF automático. - Detección automática de ocupación: ON automático / regulación automática. 	<ul style="list-style-type: none"> - Control individual de habitaciones con comunicación entre controladores. - Control de la temperatura de la red de distribución de agua con la temperatura interior. - Bloqueo total entre el control de calefacción y refrigeración. 	<ul style="list-style-type: none"> - Control de la ventilación dependiente de la demanda o la presencia. - Consigna variable con la carga, dependiente de la compensación del control de la temperatura de impulsión. - Control de la humedad de la impulsión de aire o en la estancia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Control combinado de HVAC + iluminación + persianas
B	<ul style="list-style-type: none"> - Control manual de la iluminación diurna. - Detección automática de ocupación: ON manual / OFF automático. - Detección automática de ocupación: ON manual / regulación automática. - Detección automática de ocupación: ON automático / OFF automático. - Detección automática de ocupación: ON automático / regulación automática. 	<ul style="list-style-type: none"> - Control individual de habitaciones con comunicación entre controladores. - Control de la temperatura de la red de distribución de agua con la temperatura interior. - Bloqueo parcial entre el control de calefacción y refrigeración (dependiente del sistema HVAC). 	<ul style="list-style-type: none"> - Control de la ventilación en función de horarios. - Consigna variable en el control de la temperatura de impulsión en función de la temperatura exterior. - Control de la humedad del aire de impulsión o en la estancia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Monitorización y control automático de persianas motorizadas
C	<ul style="list-style-type: none"> - Control manual de la iluminación diurna. - Conexión ON/OFF manual + apagado general. - Conexión ON/OFF manual 	<ul style="list-style-type: none"> - Control individual de habitaciones con comunicación entre controladores. - Control de la temperatura de la red de distribución de agua con la temperatura interior. - Bloqueo parcial entre el control de calefacción y refrigeración (dependiente del sistema HVAC). 	<ul style="list-style-type: none"> - Control de la ventilación en función de horarios. - Consigna constante en el control de la temperatura de impulsión. - Limitación de la humedad del aire de impulsión. 	<ul style="list-style-type: none"> - Monitorización y control manual de persianas motorizadas
D	<ul style="list-style-type: none"> - Control manual de la iluminación diurna. - Conexión ON/OFF manual 	<ul style="list-style-type: none"> - Sin control automático. - Sin control de la temperatura de la red de distribución de agua. - Sin bloqueo entre el control de calefacción y refrigeración. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sin control de flujo de aire. - Sin control de la temperatura de impulsión - Sin control de la humedad del aire. 	<ul style="list-style-type: none"> - Control manual de persianas.

Tabla 2: Características de control necesarias para obtener distinta clasificación Energética utilizando BACS y TBM, según EN 15232.

UN BREVE ANÁLISIS ECONÓMICO

Desde el punto de vista económico, no cabe duda de que hay que evaluar el ciclo de vida completo de cualquier edificio, para poder tomar decisiones a la hora de invertir en mayor o menor medida en unas u otras soluciones. Un edificio gastará más del 80% de la energía total durante sus años de utilización. La optimización de sus instalaciones en conjunto, supondrá por tanto un beneficio económico indudable a largo plazo.

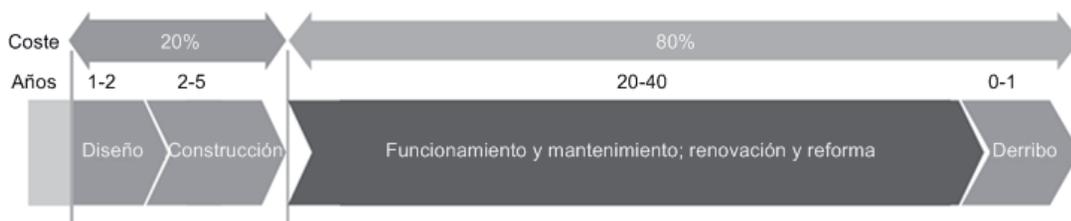


Figura 3. Análisis del Ciclo de vida de un edificio (fuente: SIEMENS)

Para completar este razonamiento, la siguiente tabla nos muestra una clasificación de potenciales de ahorro energético en edificios en función de los distintos criterios de ahorro anteriormente expuestos:

Categoría	Ejemplos de medidas	Ahorro Potencial (%)	Amortización (años)
BACS (Automatización y Control de Instalaciones)	Instalación y adecuada regulación de las instalaciones energéticas Uso eficiente de los BACS y análisis de puntos críticos Gestión energética activa	5-40	0-6
Mejores Tecnologías Disponibles	HVAC, refrigeración, iluminación Controles, motores, actuadores, Generación (calor, electricidad)	10-60	2-10
Envolvente del edificio	Aislamiento, cerramientos (ventanas, puertas, fachada activa...) Puentes térmicos, ingeniería física de edificios, bioclimatismo,...	>50	10-60

Tabla I: Clasificación de potenciales de ahorro energético en edificios (fuente propia)

La conclusión que nos ofrece esta tabla es clara: invertir en sistemas de automatización y control nos permite obtener los resultados con mayor retorno de la inversión en menos tiempo.

LA TECNOLOGÍA BACS CON MAYOR ÉXITO

Actualmente, la tecnología BACS de referencia y con mayor éxito es el Estándar KNX, que reúne a muchos de los fabricantes de material eléctrico más importantes del mundo (Siemens, ABB, Schneider Electric, Jung, Philips, Gewiss, Legrand, Hager, Gira, ...) y que ha sido Certificado a nivel internacional según diversa normativa (ISO/IEC 14543, EN 13321-1, EN 50090, ANSI/ASHRAE 135 o GB/Z 20965).

KNX es una apuesta de garantía, habiendo sido utilizado en todo el mundo en grandes instalaciones tales como Aeropuertos (nueva T1 de Barcelona, Pekín, Shanghái, T5 de Heathrow), circuitos de Fórmula 1 (China, Abu Dhabi, Estambul), estadios olímpicos (Pekín), estadios de fútbol (Johannesburgo), hospitales, rascacielos (presente en dos de las cuatro nuevas torres de Madrid), así como en innumerables inmuebles y viviendas en todo el mundo.

Desde el punto de vista energético, la adopción de tecnología como la que aporta KNX permite una importante reducción activa de la demanda mediante el ahorro de energía en calefacción, ventilación, refrigeración, iluminación, control de persianas,...

ES NECESARIA UNA ADECUADA GESTIÓN ENERGÉTICA

Por último, debemos incidir en que el factor humano es fundamental para conseguir mantener esta eficiencia global. Las instalaciones más eficientes, sin una buena gestión y mantenimiento energéticos, se convertirán en no-eficientes con el paso de pocos años, haciendo ruinoso cualquier inversión. Por tanto, se hace necesaria, junto con la inversión en tecnología, la implantación de Sistemas de Gestión Energética (ISO 50001) y la intervención de los/as Gestores Energéticos, que se encargarán de mantener y mejorar el rendimiento energético global.

FUNDACIÓN METAL ASTURIAS Y EL PRIMER MÁSTER UNIVERSITARIO EN EDIFICIOS NZEB

Fundación Metal Asturias es una entidad privada sin ánimo de lucro referencia a nivel nacional en cualificación de profesionales en la tecnología KNX y pionera en la formación de gestores/as energéticos para la industria. Para conseguir los mejores profesionales, Fundación Metal Asturias ha desarrollado el diseño de un perfil profesional que posee competencias en materias tales como: nuevas tecnologías renovables, equipamientos de alta eficiencia, smart grids, smart metering, tecnologías de automatización y control de edificios (BACS – KNX) y los nuevos Sistemas de Gestión Energética. Este itinerario formativo ayuda al impulso de los/as Gestores/as Energéticos, como profesionales necesarios para conseguir y mejorar con el tiempo los niveles de eficiencia que la sociedad actual exige. Asimismo, FUNDACIÓN METAL ASTURIAS organiza y colabora junto con la Universidad de Oviedo y la Federación de Empresarios del Metal de Asturias (FEMETAL) en el primer Máster Universitario específico en España sobre Edificios con Consumo de Energía Casi Nulo.

CONCLUSIÓN

El camino hacia los Edificios de Energía casi nula (NZEB: Near Zero Energy Buildings) pasa irremediamente por la utilización de Sistemas de Automatización y Control de sus instalaciones (BACS – Building Automation and Control Systems), así como por la implementación y mantenimiento de Sistemas de Gestión Energética adecuados.

Eficiencia Energética en Edificios Nuevos y Rehabilitados

Antonio Moreno, Álvaro Mallol y Michael Sartor. Asociación KNX España

Resumen: Para alcanzar el objetivo de Edificios con Consumo de Energía Casi Nulo se deben tomar diversas medidas que afectan tanto al propio inmueble en su estructura constructiva, así como al control y la automatización de todos los consumos energéticos dentro y fuera del mismo. En el mercado se ofrecen numerosas medidas que cada una por sí sola ya contribuye a reducir el consumo energético, pero sólo un sistema que controla y gestiona todos los servicios energéticos de un edificio o una vivienda de forma integrada puede alcanzar, de forma eficaz y eficiente, el máximo ahorro energético, y evitar el consumo de energía innecesario. Dichos sistemas de control y automatización deben permitir la integración de cualquier tipo de aplicación, incluso aquellas que aún están en fase de investigación y desarrollo. Por ello es importante el uso de un sistema estandarizado y “abierto”, es decir que no sea propietario de ninguna marca o fabricante en concreto, y con una interoperabilidad absoluta y garantizada, permitiendo así que cualquier empresa en cualquier parte del mundo pueda desarrollar dispositivos, aplicaciones y soluciones que permiten diseñar instalaciones que proporcionan eficiencia energética, seguridad y bienestar al usuario.

Área temática: Sistemas y Tecnologías en el EECN

Palabras clave: Eficiencia Energética, Control Integrado, Automatización, Sistema Abierto, Interoperabilidad.

1. INTRODUCCIÓN

Conseguir Edificios con un consumo de Energía Casi Nulo es, más allá de la legislación vigente (por ejemplo la Directiva 2010/31/UE), un objetivo de obligado cumplimiento en vista de la creciente demanda de energía por un lado, y la escasez de los recursos energéticos por otro. Deben conjugarse varias medidas a la vez, como lo son el diseño apropiado del propio edificio (p.ej. medidas estructurales y constructivas), el uso preferencial de energías renovables (p.ej. placas solares y fachadas térmicas), el aprovechamiento de fuentes naturales (p.ej. luz de día y calor solar), así como un sistema de control y automatización que reduce de forma eficiente y eficaz en cualquier tipo de edificio, sea residencial, terciario o industrial, el consumo energético y evita aquél que es innecesario.

Cada una de estas medidas mencionadas, de forma aislada, ya puede reducir el consumo energético en un edificio, pero sólo con un control que integra todas las aplicaciones existentes se pueden alcanzar los mayores ahorros energéticos, sin perder los aspectos de confort, y además ofreciendo mayor seguridad al usuario.

2. OBJETIVO

El objetivo de esta comunicación es presentar las ventajas que una tecnología de control y gestión, según lo expuesto en el párrafo anterior, puede y debe aportar para conseguir Edificios de consumo de Energía Casi Nulo. KNX es un protocolo de comunicación diseñado específicamente para el control y la automatización de viviendas y edificios. Se trata de un sistema estandarizado a nivel mundial, europeo y nacional en numerosos países (entre ellos España), abierto para cualquier empresa y que es capaz de integrar cualquier tipo de aplicación en viviendas y edificios, sean medidas ampliamente consolidadas o medidas que aún están en fase de diseño y/o desarrollo.

3. DATOS Y RESULTADOS

Existen numerosos estudios, realizados por entidades independientes (por ejemplo universidades y centros tecnológicos) en varios países, que analizan la contribución de los sistemas de control, gestión y automatización al ahorro energético en viviendas y edificios. Como era de esperar, los valores de ahorro alcanzados en cada uno de estos estudios son bastante dispares, pues influyen a la efectividad de cada una de las medidas muchos factores, como por ejemplo la climatología, la orientación del edificio (norte/sur, este/oeste), los hábitos del usuario, los métodos y el periodo de comparación, y muchos otros más. Además, normalmente no se construye **un** edificio **sin** medidas de ahorro, y **otro** en la misma zona pero **con** medidas de ahorro, lo que pudiera permitir establecer una comparación directa.

Según los análisis realizados por las ingenierías implicadas y los usuarios de cientos de miles de edificios equipados con tecnología KNX y funcionando a plena satisfacción en los cinco continentes, se puede concluir que con una medida concreta se pueden conseguir los siguientes ahorros, en comparación con instalaciones tradicionales:

control de la climatización:

hasta un 60% de la energía consumida en HVAC

control de la iluminación:

hasta un 60% de la energía consumida en iluminación

control de persianas:

hasta un 40% de la energía consumida en HVAC e iluminación

control zonificado por habitación:

hasta un 40% de la energía consumida en HVAC e iluminación

No obstante, todos los estudios anteriormente mencionados coinciden en que sólo con un sistema que integra todos los servicios de un edificio se alcanzan los niveles óptimos de ahorro energético.



Figura 1. Un sistema de control, gestión y automatización de viviendas y edificios debe ser capaz de adaptarse a cualquier tipo de edificio, y de integrar cualquier tipo de aplicación dentro y fuera del inmueble.

Con un proyecto correctamente diseñado y ejecutado, que aprovecha al máximo cada uno de los elementos que lo constituye, se pueden alcanzar ahorros energéticos en torno al 40% de la energía total consumida, lo que contribuye considerablemente al objetivo de Edificios de consumo de Energía Casi Nulo.

Una de las medidas claves para llegar a este objetivo, aparte de las medidas pasivas como por ejemplo una fachada térmica o un techo solar, es la concienciación del usuario sobre sus hábitos de consumo. Por ello es de suma importancia disponer de elementos de monitorización y visualización para que el usuario esté informado en cada momento sobre los consumos reales, así como el estado en la que se encuentra su instalación. Estos sistemas de visualización son fácilmente integrables si se dispone de una tecnología de control y automatización.

Cabe mencionar que, en contra de lo pensado habitualmente, y gracias a estos importantes ahorros, se reduce también el tiempo de amortización de la inversión drásticamente. Un proyecto correctamente diseñado e instalado puede alcanzar un ROI entre 3 años para edificios terciarios y 5 años para edificios residenciales.

Adicionalmente a todo lo anterior y más allá de la eficiencia energética, proporcionan los sistemas de control y automatización un alto nivel de seguridad, pues pueden detectar posibles fugas, por ejemplo de gas o agua, y activar las medidas de cierre de válvulas correspondientes. Otro beneficio es el alto nivel de confort y bienestar personalizables incluso para cada usuario.

KNX es un estándar de comunicación con más de 20 años de experiencia en el sector. La tecnología está normalizada a nivel internacional (ISO/IEC 14543-3) y europeo (EN 50090 y EN 13321-1), así como nacional en numerosos países, como por ejemplo Estados Unidos (ANSI/ASHRAE 135), China (GB/Z 20965) o España (UNE 50090). Ello garantiza una tecnología reconocida y aceptada en cualquier parte del mundo, y un aval de futuro a largo plazo.

Otra gran ventaja de ser una tecnología estandarizada es que se trata de un sistema “abierto”, es decir, no es propietaria de ninguna marca comercial en concreto. Cualquier fabricante puede incorporar el protocolo de comunicación a sus productos. A fecha de hoy, más de 260 fabricantes en todo el mundo ofrecen más de 6.500 familias de productos certificados por la Asociación KNX International con sede en Bruselas, con una absoluta interoperabilidad entre todos ellos, lo que permite al usuario elegir entre una muy amplia gama de soluciones para todo tipo de aplicaciones que existen en un edificio: iluminación, climatización, persianas, sombreado, video/audio, entretenimiento, electrodomésticos, monitorización y gestión energética, sistemas de seguridad, alarmas, control de fugas de gas o agua, riego, integración de energías renovables, y muchos otros más.

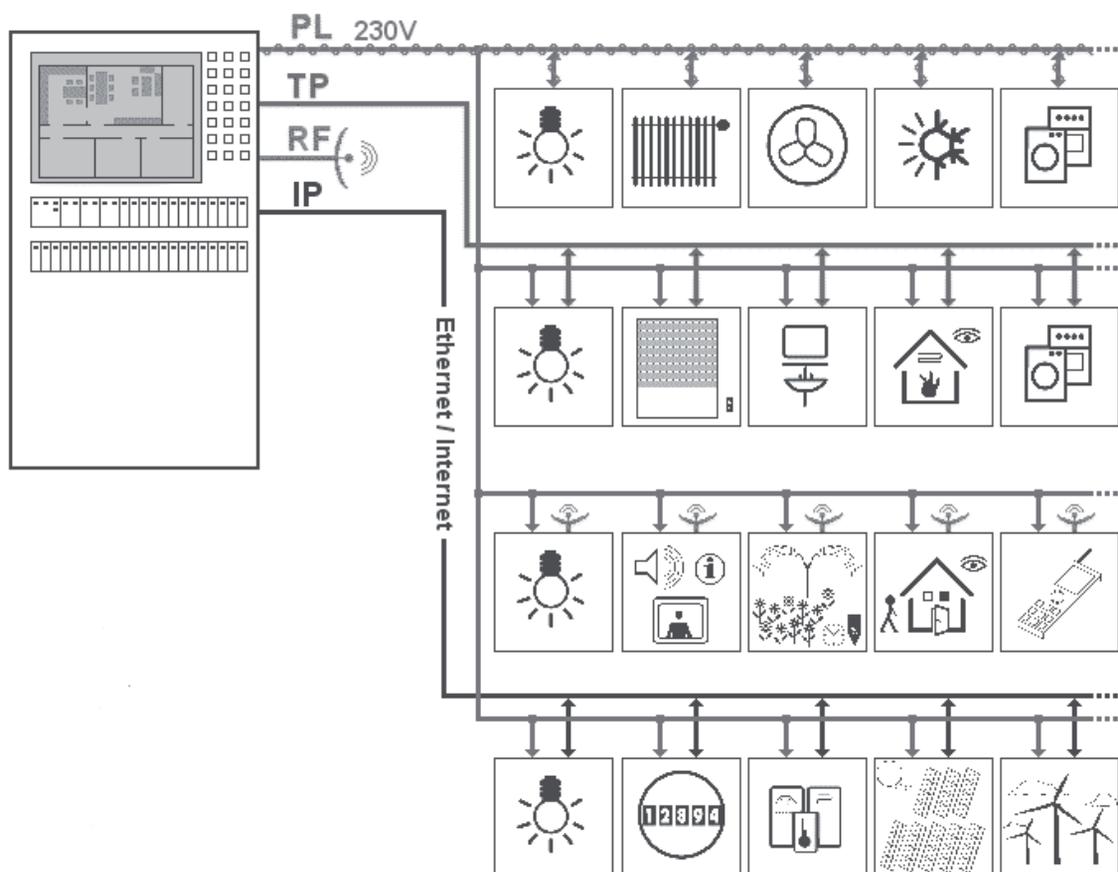


Figura 2. Existen diversos medios de comunicación para que una instalación de control y automatización se pueda adaptar a cualquier edificio.

KNX ofrece 4 medios de comunicación de bus:

Par trenzado (*twisted pair* TP): bus de dos hilos, dedicados exclusivamente a la transmisión de datos del sistema de control y automatización. Idóneo para edificios de nueva construcción.

Línea de fuerza (*power line PL*): Los datos se transmiten a través de los cables de fuerza existentes en el edificio, por regla general las líneas de 230 V. Idóneo para la rehabilitación de edificios existentes o para edificios donde no se permite instalar nuevos cables de bus.

Inalámbrico por radio frecuencia (RF): Las señales son transmitidas por radio frecuencia, por tanto no requieren de ningún bus físico. Idóneo para edificios de alto valor arquitectónico (por ejemplo con fachadas acristaladas) o para elementos de difícil alcance.

Protocolo IP: los telegramas KNX pueden ser encapsulados en telegramas IP para ser transportados por redes locales o también Internet. Idóneo para enlazar grandes instalaciones entre sí, incluso si están a gran distancia, o para el mantenimiento remoto de las instalaciones.

Gracias a esta diversidad de medios de comunicación se adapta KNX a cualquier tipo de edificio, sea de construcción nueva o para la rehabilitación de edificios existentes, sea de diseño tradicional o de peculiar valor arquitectónico, sea una instalación nueva o la ampliación de una existente.



Figuras 3 y 4. *Un sistema de control y automatización KNX puede instalarse tanto en viviendas o edificios de nueva construcción como en existentes, incluso de alto valor arquitectónico o histórico.*

En varios apartados de esta comunicación se ha mencionado la importancia del correcto diseño e instalación del proyecto de control. Por ello dispone KNX de una red de más de 200 centros de formación certificados en todo el mundo, para asegurar una alta formación de los profesionales. Más de 3.000 KNX-Partner en España pueden ofrecer un pre-estudio de cada proyecto con las soluciones personalizadas para cada caso.

4. CONCLUSIÓN

El objetivo de alcanzar Edificios de Energía Casi Nula es un reto de obligado cumplimiento, más allá de la legislación vigente. Medidas aisladas pueden ayudar a acercarse a ese objetivo, pero sólo un sistema que engloba todos los servicios de un edificio, controlando y automatizando los consumos, se obtiene un ahorro energético óptimo. KNX es un sistema consolidado que ha demostrado en numerosos proyectos su eficacia, y gracias al ser un sistema normalizado está abierto para futuros desarrollos.

Aportación de la automatización estándar al ahorro de energía en el nuevo edificio del COAM

Antonio Moreno. Jung Electro Ibérica, S.A

Resumen: Jung Electro Ibérica, S.A. es la filial de la empresa Jung de Alemania, dedicada a la fabricación y comercialización de mecanismos y sistemas para la instalación eléctrica. Especializada en la tecnología para automatización en viviendas y edificios, su apuesta por la innovación le llevó a formar parte desde el principio del grupo de fabricantes que apuesta por la tecnología KNX.

Con más de 15 años de experiencia en el campo de la automatización, Jung Electro Ibérica ha realizado un gran número de proyectos en España, Portugal y Latinoamérica con el sistema de Domótica KNX, tanto en el sector residencial como terciario, enfocados fundamentalmente al confort y ahorro de energía.

Antonio Moreno, Director Técnico de la empresa, y actual presidente de la Asociación KNX España, aportará su visión sobre las diferentes líneas por las que se puede acometer el ahorro de energía, basado en el nuevo edificio del COAM en Madrid, del cual se hará una descripción inicial a nivel arquitectónico, para pasar a describir la solución adoptada en automatización para ahorro energético. La explicación de dicha solución se complementará con una descripción de otras soluciones constructivas de ahorro energético adoptadas en el mismo edificio, y su posible interacción con el sistema de automatización implantado.

Área temática: Sistemas y Tecnologías en el EECN

Palabras clave: Ahorro, Eficiencia Energética, Automatización, Sistema Estándar, Integración.

1. INTRODUCCIÓN. EL NUEVO EDIFICIO DEL COAM

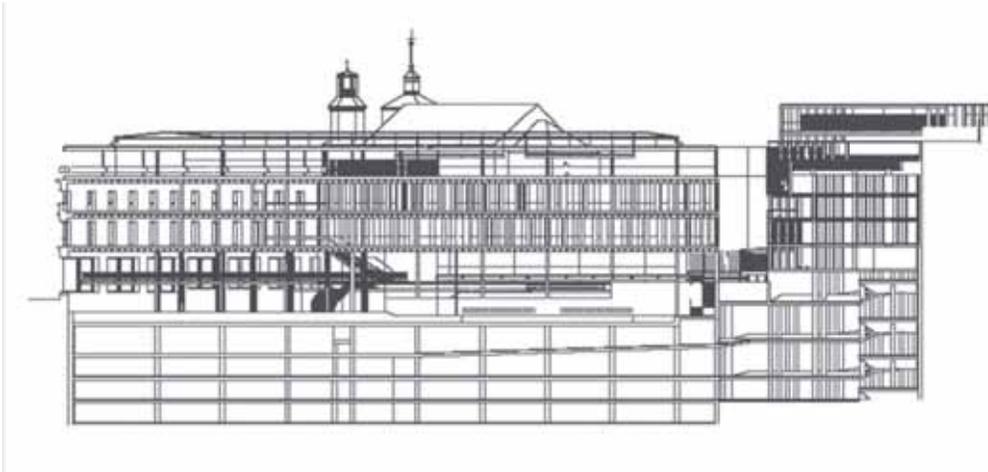


Figura 1. El edificio del COAM

El nuevo edificio del COAM tiene una superficie construida aproximada de 23.000 m², distribuidos en 6 plantas sobrerresante y 5 plazas subterráneas que incluyen aparcamientos. La arquitectura corrió a cargo de Gonzalo Moure.

2. OBJETIVO: AHORRO ENERGÉTICO

El edificio cuenta con un diseño constructivo para optimizar el consumo de energía, que cubre aspectos tanto de orientación como de aislamientos y otro tipo de cerramientos. Estas medidas deben ser complementadas con el sistema de control con el objetivo de obtener unos niveles altos de ahorro de energía.

3. EL SISTEMA DE CONTROL

La eficiencia energética del edificio se ve apoyada bajo el punto de vista del sistema de control, actuando sobre las siguientes funciones:

Iluminación,
Climatización,
Ventilación.

El ahorro energético en **iluminación** se consigue mediante la instalación de detectores de presencia en zonas de paso y regulación automática de la iluminación mediante sensores que permiten ajustar el nivel interior de luz en un valor constante, aprovechando al máximo la luz natural que entra del exterior. Un programador horario actúa sobre algunos encendidos no controlados por presencia.

La **climatización** optimiza su consumo mediante un ajuste adecuado de las temperaturas de consigna, que en determinadas zonas va en función de la presencia. Los mismos detectores que

controlan la iluminación se encargan de poner la climatización en stand-by cuando en una zona no hay nadie, obteniendo así un importante ahorro de energía. Una estación meteorológica recoge información del exterior para adaptar las condiciones de la climatización obteniendo el máximo confort con el mínimo consumo energético. Finalmente, la climatización se controla por programación horaria.

La **ventilación** se controla igualmente por programador horario, de forma que solamente funciona cada día el tiempo preciso para asegurar una correcta ventilación de las zonas, y a las horas del día que menos pérdidas en climatización puedan generar.

En el siguiente esquema se muestra la interacción entre los diferentes subsistemas del edificio:

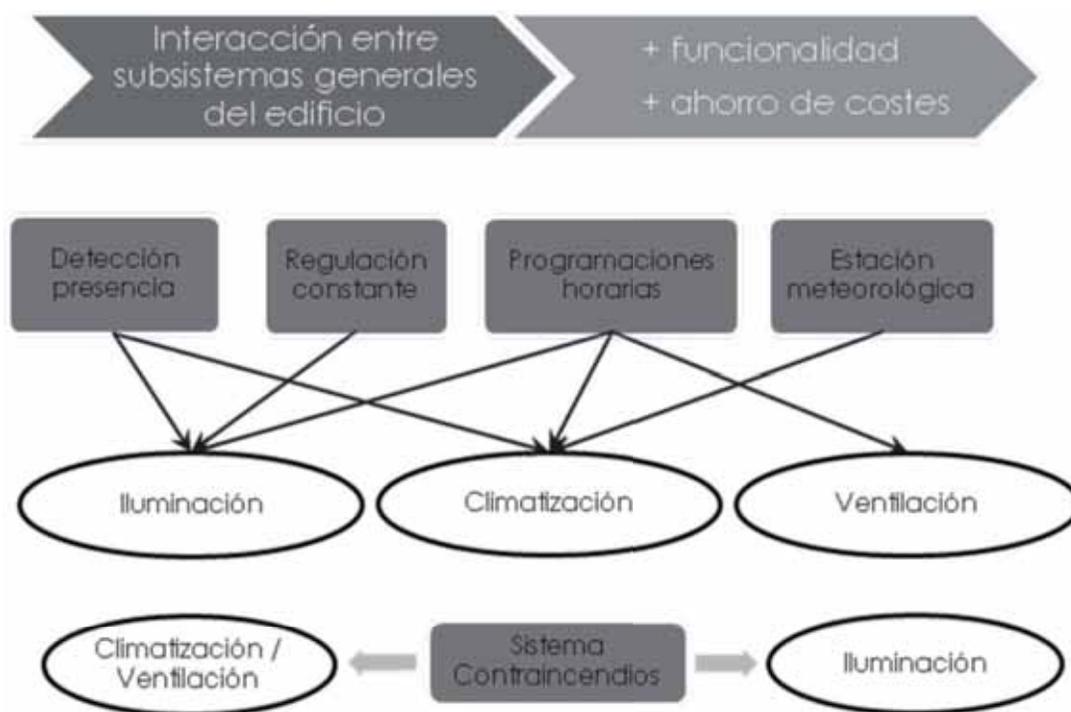


Figura 2. Interacción entre sistemas

4. SOLUCIÓN ADOPTADA. SISTEMA KNX

Para llevar a cabo esta completa gestión del edificio se optó por la implantación del sistema KNX. Se trata de un estándar de comunicación con más de 20 años de experiencia en el sector. La tecnología está normalizada a nivel internacional (ISO/IEC 14543-3) y europeo (EN 50090 y EN 13321-1), así como nacional en numerosos países, como por ejemplo Estados Unidos (ANSI/ASHRAE 135), China (GB/Z 20965) o España (UNE 50090). Ello garantiza una tecnología reconocida y aceptada en cualquier parte del mundo, y un aval de futuro a largo plazo.

Otra gran ventaja de ser una tecnología estandarizada es que se trata de un sistema “abierto”, es decir, no es propietaria de ninguna marca comercial en concreto. Cualquier fabricante puede incorporar el protocolo de comunicación a sus productos. A fecha de hoy, más de 260 fabricantes en todo el mundo ofrecen más de 6.500 familias de productos certificados KNX, con una absoluta interoperabilidad entre todos ellos, lo que permite al usuario elegir entre una muy amplia gama de soluciones para todo tipo de aplicaciones que existen en un edificio: iluminación, climatización, persianas, sombreado, video/audio, entretenimiento, electrodomésticos, monitorización y gestión energética, sistemas de seguridad, alarmas, control de fugas de gas o agua, riego, integración de energías renovables, y muchos otros más.

5. MONITORIZACIÓN DEL SISTEMA

El sistema incorpora igualmente un software de visualización para el control y la monitorización de todas las funciones, de forma que desde un lugar central se puede manejar teniendo una visión de conjunto del edificio. Esto permite un mejor uso de las instalaciones, y una visualización en tiempo real de los consumos:

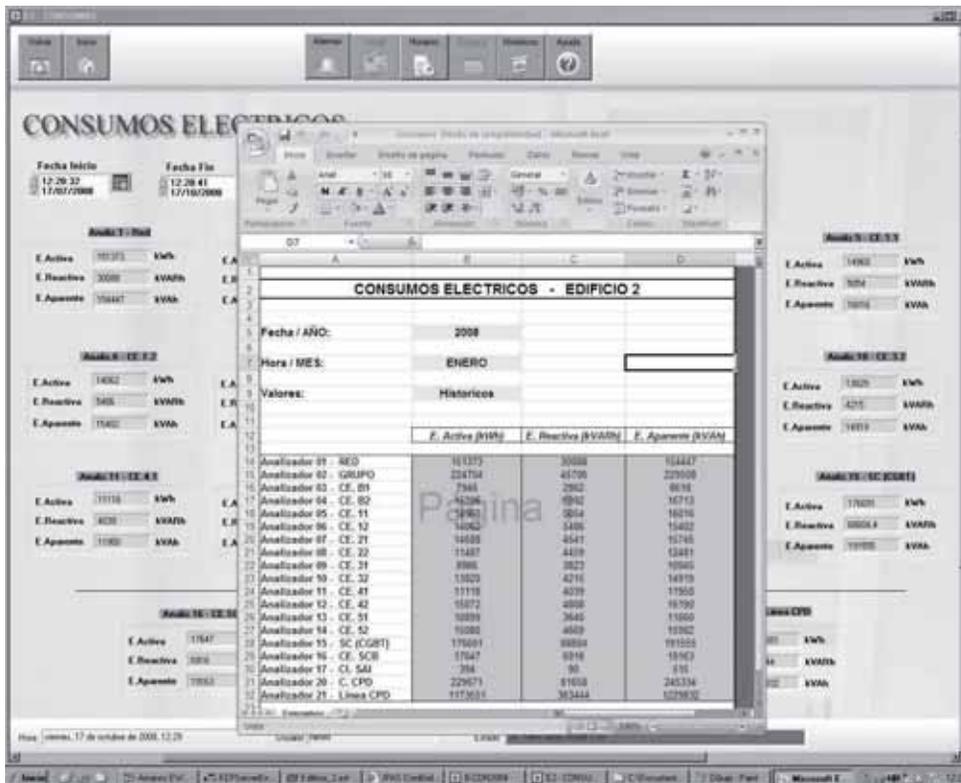


Figura 3. Software de visualización

La visualización en tiempo real de los consumos es un aspecto de suma importancia. El usuario de la instalación es consciente del gasto que se está generando en cada momento y puede emprender acciones antes de que se generen unos costes elevados. También es una herramienta muy útil para que las personas adquieran conciencia y adopten unos hábitos energéticamente saludables.

6. CONCLUSIÓN. AHORRO ENERGÉTICO

Siempre es difícil valorar el ahorro energético que se va a conseguir con la implantación de cualquier sistema en un edificio, puesto que para obtener datos fiables se debería disponer de otro edificio de iguales características, ubicado justo al lado, ocupado por las mismas personas con la misma actividad, y que no dispusiera de los sistemas de control.

Obviamente esto no es posible, por lo que siempre hay que basarse en unos cálculos aproximados y en experiencias anteriores. Basándonos en esos parámetros, podemos considerar que con las medidas adoptadas se puede conseguir un ahorro en climatización de hasta el 30%, y en iluminación puede oscilar entre el 40% y el 70%.

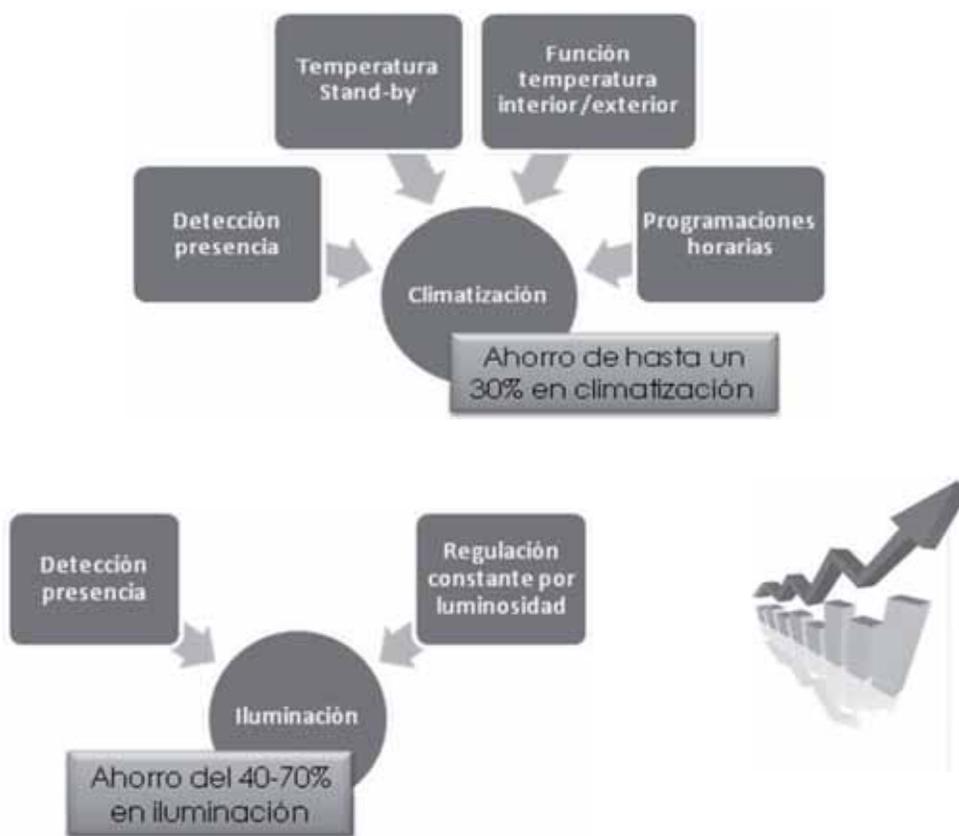


Figura 4. Ahorro energético estimado

Teniendo en cuenta la inversión realizada, el plazo de amortización sería de 5 años. Si sobre esta cifra se considerase el ahorro en costes de mantenimiento y el factor de crecimiento imparabable del precio de la energía, seguramente ese plazo de amortización sería inferior.

Aplicaciones de la Termografía Infrarroja para la Evaluación de la Eficiencia Energética en Edificación

A.B. Galera y C. Picanyol. AETIR

Resumen: Las diferentes normas y reglamentos relativos a la eficiencia energética de los edificios establecen el procedimiento para su certificación casi siempre desde unos supuestos teóricos. Se echa en falta un control más exhaustivo de las edificaciones una vez finalizado el proceso de construcción, de manera que se certifique que tanto los cálculos iniciales como la ejecución de la obra han sido los correctos y cumplen con las expectativas, y por tanto con la certificación prevista.

La termografía infrarroja es una valiosa herramienta que nos permite analizar de manera no invasiva ni destructiva edificios ya ejecutados y en funcionamiento. La utilización de la termografía infrarroja, junto con un análisis profesional adecuado (y tal vez con la ayuda de otras herramientas y ensayos), ayudará a localizar posibles deficiencias en envolvente o instalaciones y a determinar posibles las actuaciones para su corrección.

El objetivo de esta comunicación es dar a conocer la multitud de aplicaciones que ofrece la termografía para el análisis de la eficiencia energética en edificación, así como la presentación de ejemplos y criterios para un análisis correcto de los datos obtenidos.

Área temática: Sistemas y Tecnologías en el EECN

Palabras clave: Termografía / Infrarroja / Edificación

INTRODUCCION.

En la actualidad existe la necesidad de la utilización eficiente, prudente, racional y sostenible de la energía, por la necesidad de ahorro energético y de reducción de emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Disponemos de numerosas herramientas que basadas en la normativa y reglamentos vigentes que nos permiten calcular y determinar la composición de la envolvente del edificio en el momento de la elaboración del proyecto. En fase de construcción existen unos controles de calidad que mediante la recopilación de documentación de los diferentes elementos constructivos, la mayoría con origen en ensayos realizados en laboratorio en condiciones controladas, certifican que estos se ajustan a lo definido en proyecto y especificaciones técnicas. Esta documentación habrá de acompañar a los certificados finales de obra emitidos por la Dirección de Obra. Pero, a diferencia de lo que ocurre con los certificados finales de algunas instalaciones, no se realizan pruebas o ensayos que ratifiquen que el edificio, y en especial su envolvente, cumplen con las características definidas en proyecto.

La termografía aplicada al estudio de la eficiencia energética permite analizar envolventes en construcciones ya acabadas para la detección de puentes térmicos, filtraciones de aire o para determinar la continuidad de los aislamientos. También permite analizar el rendimiento energético y estado de diferentes instalaciones de edificación: eléctricas (sobrecalentamientos, desequilibrios de fases, ...), climatización (estado tuberías, sellado pasos instalaciones, estanquidad sectores incendios, ...), mecánicas (sedimentación y atascos tuberías), calefacción

(obstrucciones en tuberías, ...), cámaras frigoríficas (estanqueidad), fotovoltaicas (localización de células defectuosas, ...).

CONCEPTOS BÁSICOS DE TERMOGRAFÍA.

La **termografía infrarroja** es una técnica que permite la obtención de imágenes de la radiación térmica de los cuerpos mediante equipos de adquisición de imágenes sin contacto directo. Si tenemos presente que todos los cuerpos con una temperatura superior al cero absoluto emiten radiación infrarroja, mediante esta técnica podremos analizar la temperatura superficial de casi cualquier cuerpo.

La termografía infrarroja es un método no destructivo de gran precisión que nos proporciona imágenes en tiempo real, nos permite estudiar toda una superficie y no solo muestras, así como analizar a distancia puntos remotos o de difícil acceso. Tiene multitud de aplicaciones en los sectores industrial, médico, agrícola, etc. En el ámbito de la edificación, la termografía infrarroja, además de para el estudio de la eficiencia energética, es utilizada como herramienta para la detección de diversas patologías: humedades, desprendimientos en revestimientos, etc. En rehabilitación y patrimonio nos permite localizar elementos ocultos, estudiar la heterogeneidad de materiales, evaluar cualitativamente diferencias en el estado de conservación de materiales, etc.

No hay que olvidar, sin embargo, que presenta algunas limitaciones como la influencia de las condiciones ambientales externas en las lecturas, o la dificultad de toma lecturas en materiales con superficies reflectantes. Cabe señalar además, que la termografía no ofrece un diagnóstico en sí misma, sino que se trata de una herramienta y los termogramas obtenidos han de analizarse e interpretarse correctamente por técnicos cualificados (termógrafos).

APLICACIÓN DE LA TERMOGRAFÍA INFRARROJA PARA LA EVALUACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIÓN.

Según indica la Directiva Europea 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios, el 40 % del consumo total de energía en la Unión corresponde a los edificios. Mejorando la eficiencia energética conseguiremos tanto un ahorro energético como la reducción de emisiones de CO₂ a la atmósfera, sin olvidar una mejora del confort interior.

En un edificio las mayores pérdidas térmicas se producen a través de fachadas y cubiertas por tratarse de la envolvente exterior.



Figura 1. Termografía aérea donde se aprecian las diferentes temperaturas superficiales de la envolvente de un grupo de edificios. La diferencia de temperaturas viene dada por numerosas variables, como las propiedades de los materiales, factores ambientales externos como la radiación solar, viento, temperatura ambiente, y factores internos como fuentes de calor, etc.

La termografía nos permitirá localizar y analizar las siguientes deficiencias:

- Puentes térmicos
- Filtraciones de aire
- Discontinuidades en los aislamientos

El origen de estas anomalías se puede encontrar en errores de diseño en la fase de proyecto, deficiente puesta en obra durante la fase de construcción, materiales defectuosos o por un deterioro de los elementos constructivos.

La termografía, en cuanto al estudio del comportamiento térmico en edificios, tiene como referencia la norma europea EN 13187:1998. Dicha norma desarrolla el método para detectar y analizar de manera cualitativa las irregularidades térmicas en la envolvente de los edificios. Es importante pues destacar que será la **termografía cualitativa** y no la cuantitativa la que utilizaríamos para este análisis. La norma EN 13187-1998 también destaca que este método implica la adecuada interpretación de las imágenes.

El método de la detección de anomalías térmicas se basa en el principio de que los diferentes componentes de un edificio tienen diferentes propiedades térmicas, de modo que eso se traduce en diferencia de temperatura superficial. El segundo fundamento en el que se basa la norma es el de suponer que las variaciones de temperatura superficial serán equivalentes a irregularidades en los componentes del edificio.

En el examen termográfico se llevarán a cabo los siguientes pasos: 1. Determinación de la distribución de temperaturas de superficie; 2. Determinación de anomalías; 3. Asesoramiento del tipo y extensión de los defectos.

La realización de la prueba requerirá una preparación y el seguimiento de una serie de pasos para que los resultados sean fiables. En primer lugar se ha de disponer del equipo termográfico adecuado en cuanto a resolución, rango espectral, resolución espacial, etc. (para edificación es recomendable emplear cámaras como mínimo de 320x240 píxeles). En segundo lugar es necesario conocer las características de la envolvente del edificio. En ese sentido es importante destacar algún error común como analizar materiales que fácilmente darán lecturas de temperatura erróneas o no significativas, como pueden ser fachadas ventiladas o materiales reflectantes. En este sentido, o en función también de las condiciones ambientales, podemos optar por realizar el análisis de la envolvente desde el interior del edificio.



Figura 2. Termografía de cerramiento de aluminio con radiación reflejada.

La cámara termográfica nos permite obtener imágenes en tiempo real, con lo que podemos realizar una inspección preliminar de las superficies a estudiar. Es importante tomar termogramas tanto de las zonas defectuosas como de las que no presentan anomalías, para poder así comparar resultados. En el momento de realizar la evaluación, si las irregularidades detectadas no pueden justificarse en función del diseño de la envolvente, fuentes de calor, etc, se reflejarán en el informe como defectos.

Por los conocimientos que tenemos, inspeccionaremos de manera prioritaria aquellos puntos más susceptibles de sufrir anomalías (cajas de persianas, encuentros con carpinterías, cantos de forjado, ...)

ANÁLISIS DE PUENTES TÉRMICOS.

Según el CTE, DB HE de Ahorro de Energía, se consideran **puentes térmicos** las zonas de la envolvente del edificio en las que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento, de los materiales empleados, por penetración de elementos constructivos con diferente conductividad, etc., lo que conlleva necesariamente una minoración de la resistencia térmica respecto al resto de los cerramientos.

Los puentes térmicos son partes sensibles de los edificios donde aumenta la posibilidad de producción de condensaciones superficiales, en la situación de invierno o épocas frías.

El CTE clasifica los puentes térmicos en: a) puentes térmicos integrados en los *cerramientos* como pilares integrados en cerramientos de fachada, contorno de huecos y lucernarios, cajas de persianas, otros; b) puentes térmicos formados por encuentro de *cerramientos*: frentes de forjado en las fachadas como uniones de cubiertas con fachadas, uniones de fachadas con *cerramientos* en contacto con el terreno, esquinas o encuentros de fachadas; c) encuentros de voladizos con fachadas; d) encuentros de tabiquería interior con fachadas.



Figura 3. Imágenes de puentes térmicos: cajas de persiana y cantos de forjado.

ANÁLISIS DE FILTRACIONES DE AIRE.

Las **filtraciones de aire** por su parte suponen un gasto energético adicional, reducen el confort interior, el aire caliente y húmedo que procede del interior puede provocar daños al provocar condensaciones en el exterior del edificio, suponen la entrada de partículas del exterior. Es preferible renovaciones de aire controladas que por filtraciones no deseadas.

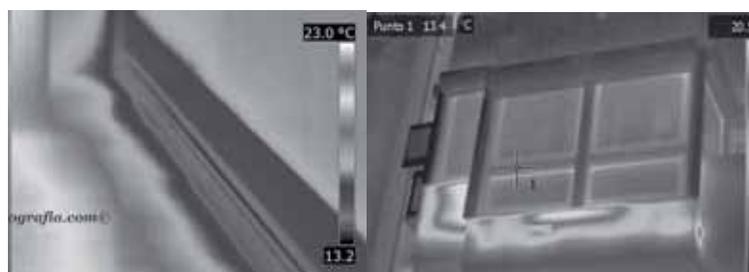


Figura 4. Imágenes tomadas desde interior y exterior de viviendas y que reflejan de filtraciones y fugas de aire respectivamente en encuentro entre la carpintería y el paramento.

Veremos cómo las fugas de aire y filtraciones de aire se van a producir en su mayor parte en juntas y uniones como pueden ser las uniones de las carpinterías con los paramentos, los encuentros entre la hoja y el marco de las carpinterías, encuentros entre paramentos verticales y horizontales, etc. También pueden presentarse en otros puntos débiles de los cerramientos, como cajas de empalme o enchufes cuando se producen filtraciones no deseadas a través de cámaras de aire o aislamientos mal resueltos o ejecutados. Las imágenes de este tipo de defecto presentan un patrón característico con formas irregulares y bordes desiguales, así como grandes diferencias de temperatura.

En función de la temperatura y la presión del aire, hablaremos de filtraciones o de fugas de aire. Dado que la realización de la inspección termográfica viene condicionada en gran medida por las condiciones ambientales externas (temperatura, humedad, viento), existen diferentes sistemas que nos permiten “forzar” dichas condiciones ambientales para poder obtener lecturas más significativas. Para el análisis de filtraciones de aire es “habitual” combinar la toma de imágenes termográficas con la realización de una prueba de presión conocida como método **Blower Door**. Dicho método se basa en un procedimiento establecido por la norma europea EN 13829 y consiste en forzar artificialmente las condiciones de presión del edificio o local a estudiar mediante un equipo de ventiladores. Mediante manómetros se realizan lecturas de la renovación de aire y si además existe una diferencia de temperatura suficientemente significativa entre el interior y el exterior, podremos detectar filtraciones de aire mediante la toma de imágenes infrarrojas.



Figura 6. Realización de prueba Blower Door en vivienda.

Debemos recordar que mediante la termografía obtenemos imágenes de temperaturas superficiales, con lo que no es posible visualizar la temperatura del aire. Por tanto en el caso de filtraciones lo que observamos es el rastro que el aire en movimiento y a temperatura diferente ha dejado en diferentes superficies.

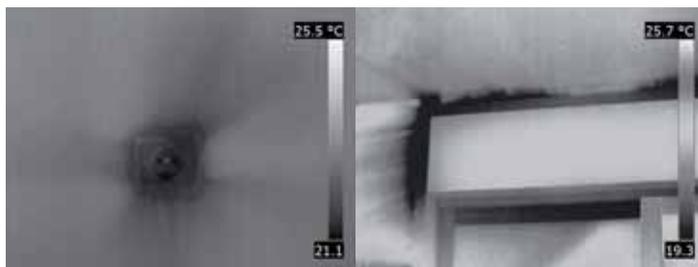


Figura 7. Imágenes de filtraciones de aire a través de un enchufe y del encuentro entre la caja de persiana y el paramento. En la termografía no se refleja el aire sino su rastro en las superficies con las que está en contacto.

ANÁLISIS DE DISCONTINUIDAD EN AISLAMIENTOS TÉRMICOS.

Respecto a la **discontinuidad en los aislamientos térmicos** podemos añadir que en estos casos el patrón característico presenta formas regulares y bien definidas. También se puede ver una temperatura relativamente uniforme.



Figura 8. Imágenes de discontinuidad en el aislamiento térmico de un cerramiento. Es habitual acompañar la imagen termográfica de la imagen digital.

CONCLUSIONES.

En resumen hemos podido ver las diferentes aplicaciones de la termografía infrarroja al análisis de la envolvente de los edificios. La toma de imágenes termográficas nos permite detectar anomalías en dicha envolvente que deberemos analizar para determinar si realmente se trata de patologías o simplemente son diferencias de temperatura propias de la heterogeneidad de los materiales que componen la edificación.

Existe una tendencia, tanto por parte de los usuarios como de los técnicos a cuantificar y valorar el coste energético de las diferentes deficiencias detectadas en cuanto a filtraciones y discontinuidad en aislamientos. Particularmente y basándonos en la EN 13187, consideramos que si bien la termografía es una valiosa herramienta para detectar conflictos en la envolvente, no es aplicable para la determinación del grado de aislamiento de un cerramiento.

AGRADECIMIENTOS

AETIR (Asociación Española de Termografía) es una asociación sin ánimo de lucro que nace con el fin de agrupar a los profesionales implicados en el mundo de la Termografía para, entre otros objetivos, fomentar y facilitar la implantación de la Termografía Infrarroja, y promover el perfeccionamiento profesional y la formación permanente de sus miembros.

BIBLIOGRAFÍA

CTE (2009): Documento básico HE de ahorro de Energía

Directiva Europea 2010/31/UE (2010): del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición)

EN 13187:1998 (1999): Thermal performance of buildings. Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes. Infrared method.

EN 13829 (2000): Thermal performance of buildings – Determination of air permeability of buildings – Fan pressurization method (ISO 9972:1996, modified)

PICANYOL, Carles (2012): Curso de Termografía Aplicada a Instalaciones y Edificación.

Contribución del material eléctrico al ahorro energético. Herramienta para la evaluación y mejora de la eficiencia energética eléctrica (e3) de los edificios

O. Querol, B. Novel, E. Fajula, J. Prats, J. Sabaté, M. Sartor. AFME

Resumen: El material eléctrico contribuye notablemente a la mejora de la eficiencia energética de las instalaciones y, por consiguiente, a la consecución de edificios de consumo de energía casi nulo.

El material eléctrico posee, en general, un elevado rendimiento energético conseguido mediante el desarrollo de proyectos de I+D+i de los fabricantes para mejorar de forma continua sus productos. Además, los fabricantes están dedicando grandes esfuerzos a ofrecer una gran variedad de productos de material eléctrico que contribuyen a la eficiencia energética de las instalaciones eléctricas en los ámbitos doméstico, terciario e industrial. Esta contribución se basa principalmente en minimizar las pérdidas energéticas y reducir el consumo energético.

Esta comunicación tiene dos objetivos principales. Por un lado, pretende explicar cómo se puede mejorar la eficiencia energética de una instalación eléctrica a través de la instalación de determinadas soluciones proporcionadas por los fabricantes en los ámbitos doméstico, terciario e industrial. Por otro lado, se presenta una herramienta de evaluación y mejora de la eficiencia energética eléctrica (e3) de una instalación desarrollada por la Asociación de Fabricantes de Material Eléctrico (AFME) destinada a arquitectos, ingenieros y empresas de servicios energéticos (ESES), entre otros. El objetivo de esta herramienta es evaluar de manera sencilla la instalación eléctrica para detectar qué medidas se pueden tomar para minimizar las pérdidas energéticas y reducir el consumo energético eléctrico.

Área temática: V. Sistemas y Tecnologías en el EECN

Palabras clave: material eléctrico, instalación eléctrica, herramienta de evaluación, eficiencia energética.

1. TEXTO PRINCIPAL

AFME publicó en octubre de 2010 la Guía “Contribución del material eléctrico a la eficiencia energética de las instalaciones”. Dicha publicación, que cuenta con el apoyo del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), proporcionó un nuevo enfoque al material eléctrico, mostrando, no sólo sus ya ampliamente conocidas prestaciones que permiten el uso seguro de la electricidad protegiendo a personas y bienes, sino también dando a conocer su importante contribución a la mejora de la eficiencia energética de las instalaciones.

En un momento como el actual en que la demanda energética es la más elevada que jamás haya existido, la eficiencia energética se revela como una herramienta imprescindible para cualquier organización empresarial, institución o persona. En este contexto las iniciativas legislativas en materia de eficiencia energética se suceden. Es el caso de la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios, que establece que en el 2020 los edificios nuevos deberán presentar un consumo de energía casi nulo. Según la definición recogida en la propia Directiva,

esto significa, por un lado, tener nivel de eficiencia energética muy alto y, por otro, que gran parte de la cantidad de energía requerida proceda de fuentes renovables.

El material eléctrico contribuye notablemente a la mejora de la eficiencia energética de las instalaciones y, por consiguiente, a la consecución del objetivo de edificios de consumo de energía casi nulo.

La electricidad es una de las formas de energía más controlable y, por tanto, es una forma inteligente de ahorrar energía. Debido a lo anterior, es necesario afrontar el reto de mejorar la eficiencia energética de las instalaciones eléctricas y cuantificar su aportación a la eficiencia energética total del edificio o industria.

Las posibilidades de contribución del material eléctrico a la eficiencia energética de las instalaciones eléctricas son muy elevadas y se basan en:

- La instalación de dispositivos eléctricos que, por sí mismos, o incluyéndolos en un sistema, reducen el consumo de energía o proporcionan al usuario la información necesaria para hacerlo.
- Una adecuada selección e instalación del material eléctrico, la cual puede reducir las pérdidas de potencia de la instalación eléctrica en más de un 75%¹.

Los resultados y conclusiones de los estudios llevados a cabo para la realización de la guía elaborada por AFME confirman que la adecuada selección e instalación del material eléctrico reduce el consumo energético de una instalación de forma muy significativa. Por esta razón AFME está desarrollando una herramienta de evaluación y mejora de las instalaciones eléctricas desde el punto de vista de su eficiencia energética, que se presenta a continuación.

2. OBJETIVO

Esta comunicación tiene dos objetivos principales: Por un lado, pretende explicar cómo se puede mejorar la eficiencia energética de una instalación eléctrica a través de la instalación de determinadas soluciones en función del ámbito de aplicación. Por otro lado, presenta la herramienta desarrollada por AFME de evaluación y mejora de la eficiencia energética eléctrica (e3) de una instalación, que permite evaluar de manera sencilla una instalación eléctrica para detectar qué medidas se pueden tomar para minimizar las pérdidas energéticas y reducir el consumo eléctrico, valorando el coste de las mismas, el ahorro que representan y el retorno de inversión.

En el caso de instalaciones nuevas, la herramienta proporciona información útil al prescriptor a la hora de diseñar la instalación eléctrica maximizando su eficiencia energética. Además, una vez realizada la instalación y desde el punto de vista de su explotación, se deben continuar aplicando mejoras en la eficiencia energética de las instalaciones eléctricas.

La herramienta está destinada a los siguientes colectivos:

Ingenieros, arquitectos y empresas de servicios energéticos (ESE) que actúan como prescriptores de las instalaciones.

¹ Fuente: Estudio FACEL-CEDIC sobre ahorro energético, de octubre de 2008

Distribuidores de material eléctrico, que actúan como asesores de los instaladores eléctricos.
Instaladores, que actúan como profesionales que instalan, mantienen y reparan las instalaciones eléctricas.

Propietarios, arrendatarios y explotadores de edificios que tienen como objetivo reducir su consumo eléctrico.

Administraciones Públicas debido a su papel de legislador y a su responsabilidad de dar ejemplo a la Sociedad en la aplicación de proyectos de eficiencia energética en sus edificios.

3. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

La herramienta de evaluación y mejora de la eficiencia energética eléctrica (e3) de la instalación consta de tres tablas, cada una de las cuales se centra en valorar las medidas a aplicar para cada uno de los siguientes ámbitos: doméstico, terciario e industrial.

Cada tabla proporciona, para un ámbito concreto, una serie de medidas para minimizar las pérdidas y reducir el consumo energético eléctrico en la instalación.

La tabla sirve para analizar el estado actual de la instalación y detectar qué medidas son las más adecuadas para su implantación en función del nivel de ahorro que conllevan y el coste de implementación de dicha medida. En cada caso, a partir de la relación entre estos dos factores se estima el tiempo de recuperación de la inversión.

Las medidas recomendadas se basan en el estudio realizado por AFME para la elaboración de la Guía sobre la contribución del material eléctrico a la eficiencia energética de las instalaciones. La lista de medidas se ha complementado con los trabajos que está llevando a cabo el Comité Técnico de Normalización (TC 64) sobre Instalaciones Eléctricas de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC).

Estas medidas afectan a todo tipo de equipos y dispositivos que forman parte de la instalación eléctrica; desde los contadores hasta los receptores, pasando por los sistemas de medida y gestión de la energía, los cuadros de mando y protección, las conexiones o las canalizaciones.

Para poder reducir la factura eléctrica es fundamental obtener la información sobre cómo, cuándo y cuánto se está consumiendo. Esta información se puede conseguir utilizando pantallas electrónicas interoperables con los nuevos contadores electrónicos. Además, los nuevos contadores permiten discriminar el consumo de electricidad por franjas horarias de forma que se pueden desplazar determinados consumos a horas en las que la energía sea más barata. Otra información que es de gran utilidad al usuario es la referente a la calidad de suministro eléctrico, proporcionada por los sistemas de medida y gestión de la energía, que permiten el registro y seguimiento de incidencias para su prevención y posterior corrección.

Una vez se dispone de la información necesaria, es el momento de actuar para reducir el consumo energético, básicamente de dos formas: evitando malgastar energía, es decir utilizándola solamente cuando sea necesaria, y minimizando las pérdidas en la propia instalación:

Para evitar el desperdicio de energía será necesaria una adecuada gestión de los consumos. Ésta se consigue gracias a la instalación de dispositivos de control y regulación que permiten reducir el consumo de energía mediante la temporización, la regulación o la detección de presencia. La combinación de estos productos con los sistemas de automatización y control (domótica e inmótica) proporcionan al usuario gran cantidad de soluciones para gestionar de forma correcta sus consumos: control inteligente de la iluminación y la climatización, control del riego, etc. Por otro lado, la domótica y la inmótica también ofrecen soluciones para la monitorización de consumos, lo que permitirá corregir pautas de comportamiento.

Minimizar las pérdidas por efecto Joule es clave en productos como los cables, las envolventes y los sistemas de conducción de cables. Para ello debe prestarse una especial atención a la adecuada selección e instalación del material eléctrico. La herramienta también aporta soluciones para compensar otro tipo de pérdidas, en este caso las originadas por las propias cargas de la instalación, tales como los armónicos o la energía reactiva.

Otro aspecto importante en el que se puede incidir es la continuidad de servicio, para lo cual es necesaria la instalación de dispositivos de protección contra sobretensiones y de diferenciales e interruptores magnetotérmicos de rearme automático. Además, estos productos evitan pérdidas y daños en los receptores.

La eficiencia energética de los receptores también es importante ya que repercutirá en la de toda la instalación. Para ello habrá que prestar atención a la etiqueta energética que muestran muchos de ellos y escoger los de mayor categoría.

En las siguientes figuras se presentan algunos ejemplos de las listas de evaluación que se están elaborando para los ámbitos doméstico, terciario e industrial.

Medida	Beneficio	¿Existe?		Aportación a la Eficiencia Energética	Implicación económica	Tiempo de retorno de la inversión
		Si	No			
ILUMINACION						
Detectores de presencia	Ahorran en el consumo de energía mediante el apagado automático cuando la estancia no está ocupada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		
Uso de interruptores temporizados	Conectados a los pulsadores, gestionan eficazmente la iluminación temporal de las instalaciones compartidas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

Figura 1. Ejemplo de evaluación para instalación doméstica

Medida	Beneficio	¿Existe?		Aportación a la Eficiencia Energética	Implicación económica	Tiempo de retorno de la inversión
		Si	No			
TRANSFORMACIÓN Y TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA						
Compensación de la energía reactiva	Reduce el consumo eléctrico mediante la corrección de factor de potencia global o por zonas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	☑☑	€€	⌚⌚⌚
Correcto dimensionado y selección de las canalizaciones	Reduce las pérdidas por efecto Joule y el envejecimiento de los conductores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	☑☑	€€	⌚⌚⌚

Figura 2. Ejemplo de evaluación para instalación terciaria

Medida	Beneficio	¿Existe?		Aportación a la Eficiencia Energética	Implicación económica	Tiempo de retorno de la inversión
		Si	No			
CLIMATIZACIÓN						
Uso de termostatos programables o cronotermostatos	Permite definir unas temperaturas de mantenimiento y de confort, ajustadas a los hábitos del usuario	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	☑	€	⌚⌚⌚
Sistemas de automatización y control de la climatización	Adecuada gestión del clima por zonas, en función del uso, ocupación y climatología	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	☑☑☑	€€€€	⌚⌚⌚

Figura 3. Ejemplo de evaluación para instalación industrial

A continuación se muestran los ahorros globales procedentes de la implementación de estas medidas, estimados a partir de la evaluación de la información suministrada por los socios de AFME, y las conclusiones de varios estudios realizados en el sector relacionados con la eficiencia energética.

La correcta selección e instalación del material eléctrico que conforma una instalación doméstica supone un ahorro medio en consumo eléctrico de aproximadamente el 15%². Adicionalmente, la instalación de un sistema domótico en una vivienda facilita una reducción de su consumo energético total (agua, gas, electricidad) en una media del 25%³.

La suma de estos ahorros energéticos supone evitar la emisión a la atmósfera de cerca de 2 toneladas de CO₂ por vivienda y año⁴, lo que en el global de España significa un ahorro en contaminación de más 28 millones de toneladas de CO₂⁵. Trasladando estos datos a número de coches tenemos que la cantidad total de CO₂ que deja de emitirse a la atmósfera equivale a las emisiones producidas por cerca de 15 millones de coches⁶.

² Fuente: Documento de visión de la eficiencia energética en España (Plataforma Tecnológica Española de Eficiencia Energética, junio de 2009) y Estudio sobre ahorro energético (FACEL-CEDIC, octubre de 2008)

³ Valor orientativo que dependerá del nivel de domótica instalado. Fuente: CEDOM.

⁴ Se ha considerado un valor medio de 0,48 kg de emisiones de CO₂ para generar 1 kW·h.

⁵ Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE), según los datos del último censo de viviendas realizado, en el año 2001 en España había 14.184.026 viviendas principales.

⁶ Fuente: CerCO₂, considerando un coche tipo medio (cilindrada entre 60 CV y 90 CV) que recorra unos 15.000 km anuales (60% en carretera y 40% en ciudad).

4. CONCLUSIONES

La selección e instalación del adecuado material eléctrico permite mejorar la eficiencia energética de las instalaciones eléctricas de forma significativa. Cualquiera de las soluciones anteriormente reseñadas por separado o un conjunto de ellas ayudará a reducir las pérdidas energéticas optimizando los consumos energéticos, además de contribuir a la preservación del medioambiente.

La herramienta de evaluación de la eficiencia energética eléctrica (e3) de la instalación desarrollada por AFME, pretende ser una referencia para arquitectos, ingenieros y empresas de servicios energéticos (ESES), entre otros, proporcionando una serie de recomendaciones para minimizar las pérdidas de energía eléctrica en la instalación y reducir el consumo energético eléctrico.

En resumen, el material eléctrico contribuye notablemente a la mejora de la eficiencia energética de las instalaciones y, por consiguiente, a la consecución de edificios de consumo de energía casi nulo.

5. BIBLIOGRAFÍA

AFME (2010).: Contribución del material eléctrico a la eficiencia energética de las instalaciones
CEDOM (2008).: Cómo ahorrar energía instalando Domótica en su vivienda.

FACEL-CEDIC (2008).: Estudio sobre Ahorro Energético.

PLATAFORMA TECNOLÓGICA ESPAÑOLA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (Junio 2009).: Visión de la Eficiencia Energética en España.

Proyecto de Norma IEC 60364-8-1 Low-Voltage electrical installations. Energy Efficiency

6. AGRADECIMIENTOS

Los autores de esta comunicación quieren agradecer a las siguientes Organizaciones y Asociaciones el apoyo mostrado en la elaboración tanto de la Guía sobre la contribución del material eléctrico a la eficiencia energética de las instalaciones como en el desarrollo actual de la herramienta para la evaluación y mejora de la eficiencia energética eléctrica (e3) de la instalación:

IDAE - Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético

ICAEN - Institut Català d'Energia, Generalitat de Catalunya

AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación

FACEL - Asociación Española de Fabricantes de Cables y Conductores Eléctricos y de Fibra Óptica

Sistemas de Gestión Técnica de Edificio de Alta Eficiencia Energética: GTE A+

D. Deceroi. Delta Dore

Resumen: Cada edificio es diferente, y por lo tanto, exige diferente sistema de control según su tamaño, su ciclo de vida, las horas de funcionamiento, necesidad de confort y actividad a que se va a dedicar. La automatización de las estancias y del edificio, integrada e inteligente, puede producir unos ahorros de energía considerables sin por ello sacrificar el confort. Así, si seguimos las directrices que marca la norma europea EN 15232, podremos conseguir diseños de sistemas GTE eficiente, considerados de clase A con ahorros superiores al 30% respecto a diseños considerados de control estándar (clase C).

Área temática: Sistemas y Tecnologías en el EECN

Palabras clave: Normativa, Automatización, Control Inteligente, GTE.

1. INTRODUCCIÓN

La Directiva europea relativa a la Eficiencia Energética de los Edificios (Directiva 2010/31/UE) promueve una utilización eficiente, prudente, racional y sostenible de la energía. Por lo tanto, la gestión de la demanda de energía es un instrumento importante para alcanzar los objetivos que marca esta Directiva. A continuación les explicaremos como los sistemas de Gestión Técnica de Edificio (GTE) permite cumplir y garantizar un Consumo de Energía Casi Nulo siguiendo la normativa UNE-EN 15232.

En efecto, la normativa EN 15232, cuyo título es “*Eficiencia energética de los edificios. Métodos de cálculo de las mejoras de la eficiencia energética mediante la aplicación de sistemas integrados de gestión técnica de edificios*”, suministra una lista de funciones de automatización, de regulación y de gestión técnica que tienen un impacto sobre la eficiencia energética de los edificios. Estas funciones están divididas y expresadas a través de una tabla de clasificación energética. Cada sistema está clasificado acorde con su nivel de rendimiento. Existen 4 clases de eficiencia: desde A (GTE con alto nivel de eficiencia) hasta la clase D (bajo nivel de eficiencia energética).

Explicaremos en esta comunicación como la normativa ofrece métodos para estimar el impacto de los sistemas de control y gestión en la eficiencia energética activa de los edificios. También destacaremos la interacción entre la Directiva 2010/31/UE y Normativa UNE-EN 15232. A continuación, analizaremos funciones de mejora de este diseño superando las exigencias normativas y cual será su influencia sobre los Edificios de Energía Casi Nulo.

2. NORMATIVA UNE-EN 15232

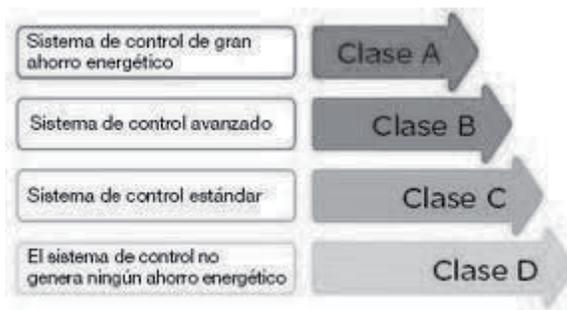


Figura 1. Clasificación de los sistemas de acuerdo al nivel de rendimiento energético que producen los sistemas de Gestión Técnica de Edificios, según la EN 15232.

La utilización de sistemas de automatización y de regulación del edificio provoca en general una mejora de la eficiencia energética de los edificios. La automatización de los dispositivos de regulación permite ahorrar energía frente a una intervención manual no automatizada de los ocupantes. El efecto de ahorro de energía debido a la aplicación del sistema de GTE puede acentuarse si tomamos también en cuenta complejas funciones de regulación integrada. Además, está recomendada la realización de una gestión técnica de edificio para conocer de forma más precisa el consumo de energía de un edificio y optimizar la explotación de sus sistemas energéticos. La cantidad de energía necesaria para el funcionamiento del sistema de automatización y de regulación del edificio debe siempre tenerse en cuenta.

También, hay que subrayar que la interacción optimizada de los sistemas de control de iluminación, de persianas y de CVC necesita coordinación por parte de un sistema de automatización del edificio. La transmisión de la luz natural en una estancia está regulada mediante persianas, disminuyendo el consumo de energía eléctrica de la iluminación artificial. Las persianas permiten regular la luz natural pero también tendrán efecto sobre la energía de calefacción o climatización porque las cargas de energía solar están vinculadas con la posición de las persianas. Estos mecanismos de eficiencia energética pueden presentarse de forma esquemática en la figura 2.



Figura 2. Interacción optimizada de los sistemas de control de iluminación, de persianas y de CVC.

El objetivo principal de esta normativa es llegar a diseñar un sistema de automatización y control óptimo. Por ello, presentamos a continuación una lista de funciones descritas en la normativa EN 15232 (cf. Tabla I y II) que nos permite definir los principales factores a contemplar para un uso eficiente del sistema GTE: qué tipo de control es más adaptado para la climatización, iluminación, persianas, etc.

A continuación, en la tabla I, presentamos la lista de funciones y su efecto en las clases de eficiencia para los sistemas de control de Iluminación y Persianas.

Tabla I. Lista de funciones de iluminación y persianas y su efecto en las clases de eficiencia según EN15232

		Definición de las clases			
		D	C	B	A
Control de la iluminación					
Control según la ocupación					
0	Interruptor manual On / Off				
1	Interruptor manual On / Off + sistema adicional para apagar la señal				
2	Detección automática Auto On / Difuminado				
3	Detección automática Auto On / Auto Off				
4	Detección automática Manual On / Difuminado				
5	Detección automática Manual On / Auto Off				
Regulación de la iluminación natural					
0	Manual				
1	Automática				
Control de persianas					
0	Manual				
1	Motorizada con mando manual				
2	Motorizada con mando automático				
3	Control combinado de la iluminación, de las persianas y del sistema CVC				

Vemos de forma clara como la automatización inteligente de estos equipos nos permite diseñar un sistema GTE que proporcionara un alto nivel de eficiencia energética.

De la misma forma, existe una lista de funciones para los sistemas de Calefacción, Ventilación y Climatización (cf. Tabla II)

Tabla II. Lista de funciones CVC y su efecto en las clases de eficiencia según EN15232.

		Definición de las clases			
		D	C	B	A
Control y Regulación automáticos					
Regulación Térmica CVC					
Regulación de la emisión					
El dispositivo de regulación esta instalado en el punto de emisión o al nivel terminal; en el caso 1, un dispositivo puede regular varias estancias					
0	Sin regulación automática				
1	Regulación automática centralizada				
2	Regulación terminal automática con válvulas termostáticas o dispositivo de regulación electrónico				
3	Regulación terminal con comunicación entre los dispositivos de regulación y la GTE				
4	Regulación terminal integrada, con regulación en función de la demanda (por detección de presencia, control de calidad de air, etc.)				
Regulación de la distribución (salida y retorno)					
0	Sin regulación automática				
1	Regulación en función de la condiciones atmosféricas				
2	Regulación de la temperatura ambiente				

En resumen y como análisis de estas tablas, podemos decir que una automatización y regulación inteligente es indispensable en un edificio que quiere conseguir un consumo energéticamente eficiente.

Por lo tanto, está puesto en evidencia que el cumplimiento de la directiva 2010/31/UE tiene que apoyarse en normativas existentes, como la UNE-EN 15232, que nos permite optar por los sistemas de GTE de clasificación A, o mejores aún....

3. CONCEPTO DE SISTEMAS DE GESTIÓN TÉCNICA DE EDIFICIO DE ALTA EFICIENCIA: A+

Hemos visto que la gestión de la demanda de energía es un instrumento importante para alcanzar los objetivos que marca la Directiva2010/31/UE. A continuación les explicaremos como los sistemas de Gestión Técnica de Edificio (GTE), que van más allá de la clasificación A, según la EN 15232, permiten cumplir y garantizar un Consumo de Energía Casi Nulo.

El concepto de un sistema de GTE A+ se basa en el desarrollo de funciones que van más allá de la sencilla gestión de equipos técnicos. Es un sistema capaz de Anticipar, para evitar los excesos

de consumo adaptándose, aguas arriba, a las variaciones por venir. Es un sistema capaz de Combinar, creando vínculos lógicos entre los usos para ganar en confort y en eficiencia energética. También este sistema permitirá la Optimización, siendo capaz de cubrir las necesidades con el mínimo de energía y al menor coste. Y por fin, será un sistema abierto a servicios de Acompañamiento, que permiten mantener el nivel de eficiencia y buscar las mejoras suplementarias.

ANTICIPACIÓN : Esta un hecho probado que mejoramos el rendimiento de una instalación en cuanto mejor se adapta a variables de funcionamiento en función del nivel de ocupación, climatología, calendario y eventos varios, etc. Por lo tanto, si somos capaces de recopilar este tipo de información, y de controlar estas variables de forma anticipada, conseguiremos de esta forma un dominio absoluto sobre la gestión de la demanda.

La variable climática es la más destacada, siendo el objeto de mayor influencia sobre la demanda. Por ello, integraremos una estación meteorológica en la GTE que permita una gestión predictiva de las instalaciones en función de la temperatura, de la higrometría, y del viento. Esto supone que seremos capaces de prever el uso del modo de control de los equipos, más ventajoso (Night Cooling, Almacenamiento de energía, Anticipación a la marcha o paro...)

COMBINACIÓN: La creación de vínculos lógicos entre los usos es necesaria para ganar en eficiencia energética. El objetivo es entonces poner en inter-relación las varias utilidades del edificio: optimizar la gestión de los equipos de producción y los del espacio de trabajo, racionalización dinámica, borrado energético (smart-grid).

Para conseguir esta combinación, la GTE, antes de pedir el mínimo kW de potencia suplementaria, analizará la carga del edificio (multi-captore), los caudales de aire y aportes de aire nuevo, los caudales de las bombas, el rendimiento de las unidades de producción; y los tomará en cuenta para controlar los aportes interior y exteriores, para controlar el ambiente climático, el nivel de luminosidad y cualquier acción de la GTE sobre otros usos.

También, interactuará de igual forma con todos los elementos componentes del espacio de trabajo (térmico y lumínico)

OPTIMIZACIÓN: Un sistema de GTE inteligente, y energéticamente eficiente, es aquel capaz de tener funcionalidades de optimización, dialogando en un entorno inter-comunicado, que ofrecen las posibilidades de racionalización dinámica y borrado energético (smart-grid).

En efecto, los sistemas tendrán que capacitarse de funciones que garantizan un consumo dentro de un marco previamente definido: por ejemplo, a partir de un consumo provisional, analizamos el sobre-consumo constatado para recalcular un perfil de consumo que se quede de media a unos 50kWh/m².año.

Y por otra parte, tomar en cuenta escenarios enviados por terceros para borrar toda o parte de la carga de un sitio, reubicar el edificio en su eco-sistema (Edificios cercanos) y a partir de un nivel jerárquico superior, asegurar una gestión optimizada del eco-sistema.

ACOMPANAMIENTO: Es primordial, para una consecución de los objetivos a medio-largo plazo, obtener un apoyo que permita evaluar, seguir, comparar y analizar la eficiencia de la GTE. Por eso, se tiene que contemplar en el diseño del mismo, unas herramientas / indicadores de eficiencia que permiten reflejar el uso correcto de la GTE. Podemos destacar, indicadores de eficiencia que analizan la gestión y control de la producción, y otros, que además permiten sensibilizar al usuario final, como es el mando virtual ZAPECO (fig.3).

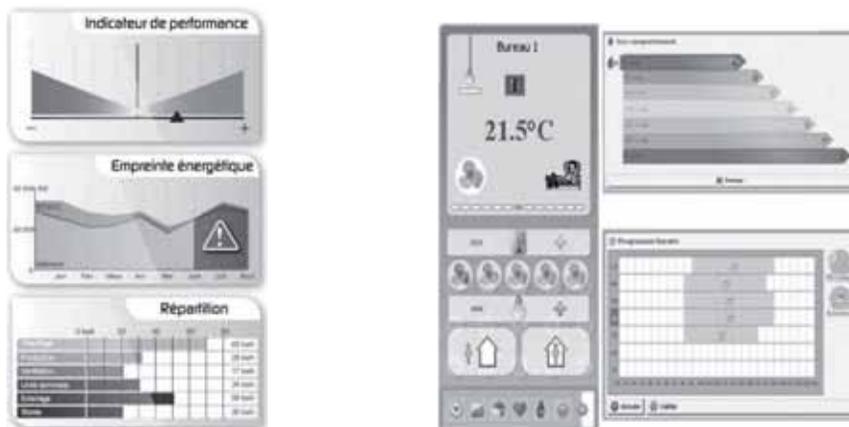


Figura 3. Ejemplos de indicadores de eficiencia de la GTE.

Por otra parte, empresas fabricantes de sistemas de control ofrecen herramientas on-line como el portal de internet *Powerbat* de Delta Dore, que se ha desarrollado en colaboración con empresas del sector de la Distribución Alimentaria, Bancos y ESEs, y permite simplificar el acceso a los indicadores de eficiencia de una instalación de Gestión Técnica de Edificios. Los datos energéticos y técnicos son accesibles vía internet desde cualquier lugar, en cualquier momento y de forma centralizada, se desarrolla un modelo de software como servicio (SaaS en Inglés) en respuesta a sus necesidades, conforme al uso y necesidad de servicios que se precisan de esta herramienta. Las informaciones están representadas bajo la forma de cuadros de indicadores y de mando. Simples de utilizar, permiten seguir las medidas, alarmas y consumos de energía, compararlas y realizar un benchmarking energético a través de una herramienta sencilla de gestión de energía. Provee al gestor energético facilidad de uso, fiabilidad, optimización y reactividad. La clave de un portal de servicios energéticos eficiente, se apoya sobre el servicio humano del proveedor: más que un modelo de software como servicio (SaaS), se tiene que contemplar un apoyo al cliente para la creación de indicadores personalizados según el sector de actividad del cliente; un análisis comparativo de los sitios con la creación de criterios adecuados; ir más allá de la monitorización, permitiendo una acción, parametrización a distancia de los sistemas GTE.

4. CONCLUSIÓN

Tal como presentado en esta comunicación, está claro que los sistemas GTE de Alta Eficiencia son una ayuda imprescindible para asegurar la utilización de equipos realmente eficientes y conseguir alcanzar los objetivos de reducciones de emisiones y ahorro energético. Por otra parte, una automatización inteligente es indispensable en un edificio energéticamente eficiente. Por lo tanto, se puede decir que la eficiencia energética es la Energía de más calidad, más barata y más limpia que disponemos, permitiendo alcanzar el compromiso óptimo de confort y operatividad con el máximo rendimiento.

5. REFERENCIAS

AENOR (2008): UNE- EN 15232:2008 “Energy performance of buildings-Impact of buildings Automation, Control and Building Management”.

Districlima, la red urbana de calor y frío de Barcelona. El máximo exponente de eficiencia energética

D. Serrano. Cofely España

Resumen: Las Redes Urbanas de Calor y Frío (District Heating & Cooling) constituyen un sistema de producción y distribución de la energía térmica que permite alcanzar una mayor eficiencia energética con un menor impacto medioambiental, además, ofrecen múltiples beneficios económicos y en materia de seguridad y calidad del suministro a los usuarios, los promotores inmobiliarios, la administración y, en definitiva, a toda la sociedad.

Esta solución innovadora, altamente eficiente y sostenible, es una respuesta inteligente para implantar un modelo de desarrollo urbanístico de primer nivel; un objetivo imposible de lograr sin la estrecha colaboración público-privada para abordar estos proyectos.

En síntesis, el sistema se basa en la producción centralizada de energía (calor y/o frío), preferentemente aprovechando energías residuales, subproductos energéticos o sistemas de refrigeración (con agua de mar o de río) y su distribución a los edificios mediante una red de canalizaciones enterradas en las calles o dispuestas en galerías de servicio. Los edificios conectados a la red no disponen de maquinaria propia; reducen su contratación eléctrica, sus costes de mantenimiento; las reinversiones,... Además, esta solución permite disponer de más espacio útil en los edificios y conseguir una mayor calificación energética de los mismos, es decir, aporta valor añadido.

Área temática: Sistemas y Tecnologías en el EECN

Palabras clave: eficiencia energética, aprovechamiento energías, desarrollo urbanístico sostenible, máxima calificación edificios, Smart City

1. ¿QUÉ ES UN DISTRICT HEATING & COOLING?

Entendemos por “red urbana de calor y frío” o “*district heating & cooling*” el sistema centralizado de producción y distribución de energía térmica (calor y frío) a todo un barrio, distrito o municipio, produciendo la energía desde una o varias centrales y distribuyéndola a los edificios mediante un tendido de canalizaciones que transportan agua fría o caliente (o, en general, cualquier fluido calor portador, como vapor, aceite térmico...) hasta los puntos de intercambio en los edificios.

En él identificamos cuatro subsistemas: producción, distribución, intercambio y utilización.

1.1. SUBSISTEMA DE PRODUCCIÓN: LA CENTRAL DE ENERGÍAS

La Central de Energías constituye el “corazón” del sistema. Es un sistema centralizado en el que, a partir de unas energías primarias (biomasa, vapor, gas, electricidad...) y aplicando una solución tecnológica concreta, se dota a los fluidos calorportantes de las condiciones térmicas de diseño para su bombeo a la red de distribución.

La centralización en la producción térmica, por definición, siempre aporta mayor eficiencia que las soluciones individuales que sustituye, pero el éxito del sistema radica, en buena medida, en las soluciones tecnológicas de la Central de Energías. Por ello, es altamente recomendable evitar un modelo estrictamente convencional - limitado a la utilización de gas y/o electricidad en equipos más o menos eficientes - e incorporar soluciones de mayor eficiencia (cogeneración, condensación de equipos mediante agua de mar o de río, sistemas de acumulación de agua fría o hielo, aprovechamiento de vapor procedente de revalorización de RSU, utilización de energías renovables o residuales, etc....).

1.2. SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN: LA RED DE DISTRIBUCIÓN

La red de distribución constituye las “arterias y venas” del sistema. Su trazado discurre por las calles de la ciudad, directamente enterrada o bien en galerías de servicio y, en general, está formada por cuatro tuberías paralelas - dos para el agua caliente y otras dos para el agua fría, impulsión y retorno en cada caso- que transportan la energía térmica desde las Centrales de producción hasta las subestaciones o puntos de entrega de energía a los edificios clientes.



Figura 1: Red distribución de Distritoclima

La red funciona bajo el principio de caudal variable (bombeo en función de la demanda térmica) y volumen constante (el agua circula en un circuito cerrado).

La red incorpora otros múltiples elementos técnicos necesarios para su buen funcionamiento y óptima operación: puntos fijos para el control de dilataciones, válvulas de seccionamiento, purgadores en puntos altos, vaciado en puntos bajos, elementos de dilatación, derivaciones para acometidas, arquetas, cruces con servicios existentes, soportación (en el caso de galerías)...

Las canalizaciones utilizadas son del tipo preaislado térmicamente y se suministran ya calorifugadas en fábrica, donde este aislamiento se ejecuta mediante un proceso automático de inyección en continuo.

Cada canalización está formada, de dentro a fuera, por:

1. Una tubería de acero para el transporte del fluido.
2. Una capa de aislamiento a base de espuma de poliuretano rígido
3. Un revestimiento exterior de polietileno de alta densidad.

Los diámetros de las canalizaciones pueden oscilar entre los DN 150 a DN 900 para el frío y los DN 80 a DN 450 para el calor.

En el diseño de la red se presta especial atención a los fenómenos de dilatación y fatiga térmica y, en su explotación, se realiza una estricta vigilancia de las cualidades físico-químicas del fluido portador, especialmente, de la ausencia de bacterias sulfatoreductoras causantes de corrosión.

En la misma zanja por la que discurren las canalizaciones de agua caliente y fría, se disponen canalizaciones para el paso de cables de fibra óptica que permiten monitorizar desde las Centrales los puntos de entrega de energía a los clientes.



Figura 2: Red de distribución subterránea vía pública

También se dispone de un sistema de detección de fugas basado en la variación de resistencia eléctrica de un cable conductor embebido en el interior del aislamiento de las canalizaciones, que permite detectar humedad indicativa de un defecto en el aislamiento térmico.

1.3. SUBSISTEMA DE INTERCAMBIO: LAS SUBESTACIONES

En las subestaciones se entrega la energía desde la Red de Distribución a la instalación interior del cliente.

Sustituyen a las convencionales salas de calderas o de máquinas y están formadas (en el lado primario) por los elementos de intercambio de energía (intercambiadores), sistema de medición de la energía entregada, elementos de control, accesorios y valvulería. El secundario no difiere sustancialmente del que dispondría el edificio en una solución convencional.

El óptimo funcionamiento precisa que la instalación del cliente permita respetar un salto térmico mínimo para evitar el sobrecoste por mayor bombeo desde la central de energía y el sobredimensionamiento de canalizaciones.

1.4. SUBSISTEMA DE UTILIZACIÓN: LAS INSTALACIONES INTERIORES DEL EDIFICIO⁰⁰⁰

La instalación interior del edificio no difiere substancialmente de la que el inmueble dispondría con una solución convencional alternativa basada en el agua como fluido portante de energía. El aspecto más relevante es que su diseño esté concebido para la compatibilidad y máximo aprovechamiento del sistema de red de calor y frío, especialmente en lo relativo a la observancia de los saltos térmicos nominales.

Como en toda instalación de climatización, la buena regulación y evitar recirculaciones y mezclas de impulsión y retorno son esenciales para el confort y mínimo coste energético del edificio.

La singularidad de los sistema de *district heating&cooling* en nuestro país hacen recomendable editar Guías Técnicas específicamente orientadas a los proyectistas para garantizar los anteriores aspectos, como las que Districlima pone a disposición en su web www.districtclima.com.

2. LAS REDES URBANAS DE CALOR Y FRÍO: UNA SOLUCIÓN INTELIGENTE QUE ESPERA SU MOMENTO

Las redes urbanas de calor y frío aportan innumerables beneficios a las ciudades y a sus ciudadanos, sean éstos en calidad de usuarios, promotores o vecinos.

La centralización en la producción permite la utilización de tecnologías y recursos que con configuraciones convencionales no serían posibles. Districlima, por ejemplo, utiliza el vapor generado en la vecina planta de incineración de basura para producir todo el calor que vende a sus clientes y una buena parte del frío, utiliza el agua de mar para condensar sus equipos y dispone de un depósito de acumulación de agua fría de 5.000 m³ que le permite producir frío con equipos eficientes durante la noche (cuando la demanda disminuye y la energía eléctrica es más económica) y distribuirla durante el día. Todo ello se traduce en que durante el año 2011, por ejemplo, Districlima supuso que la ciudad de Barcelona evitase la emisión de 10.961 Tn de CO₂, que en términos más intuitivos equivaldría a la plantación de 548.000 árboles (que son casi 4 veces los árboles existentes en la ciudad) o evitar 5 millones de desplazamientos interiores en coche. La alta eficiencia del sistema permitió un ahorro del 52% en energía de origen fósil, lo que es inteligente considerando la alta dependencia del exterior de nuestro país, que importa más del 80% de la energía que consume. Las redes permiten obviar también riesgos sanitarios, eliminando las torres de refrigeración de las azoteas de las ciudades, disminuyen el consumo eléctrico global de la ciudad y son un tractor económico, creando empleo local estable y siendo proyectos indeslocalizables.

Los edificios conectados se benefician de mayores calificaciones de eficiencia energética, ganan espacios útiles a las extensas ocupaciones en sótanos y azoteas de los sistemas convencionales, eliminando calderas, torres de enfriamiento, enfriadoras eléctricas, etc. Con ello, se eliminan también los costes de mantenimiento, averías y reposición futura de estos equipos, se posibilitan soluciones arquitectónicas impensables de otra forma, se omiten ruidos y vibraciones, la presencia de gases combustibles o elementos potencialmente peligrosos, se facilitan las ampliaciones de potencia sin apenas inversión adicional, se dispone de la seguridad de suministro que aporta la multiplicidad de centrales y equipos en ella dispuestos y, en definitiva,

se obtiene un servicio seguro, económico y sostenible. Otro aspecto a considerar es que estos edificios siempre estarán actualizados, recibiendo en cada momento la energía más económica y eficiente, ya que automáticamente se benefician de las mejoras y actualizaciones tecnológicas que se lleven a cabo en las centrales.

Es bien conocido que los equipos convencionales que suelen disponer los edificios no conectados a una red rara vez proporcionan los rendimientos nominales, tanto porque casi nunca funcionan al régimen nominal como porque no suele existir un control y seguimiento real de lo que producen (que no de lo que consumen). En una red, en cambio, se pretende producir la máxima energía útil con el menor consumo, por lo que los intereses de los explotadores de estos sistemas, los de los clientes y los de la Sociedad están alineados, por definición.

Estos edificios comprometidos con su entorno, diferenciados del resto por su singularidad, innovación y arquitectura y con menores costes de explotación serán los demandados en el futuro próximo, tanto por imperativo de la legislación que se va gestando como por la fuerza de una demanda cada vez más sensibilizada.

Las redes urbanas de calor y frío constituyen el mejor ejemplo del concepto *smart city*. Las ciudades inteligentes deben de ser el resultado de sociedades inteligentes que no desaprovechen fuentes disponibles locales de energía, como una incineración de residuos urbanos o la poda de los árboles de la ciudad, para producir la calefacción que demanda el barrio adyacente, que de otra forma deberá proveerse de energías que, ni tenemos, ni podemos permitirnos medioambientalmente ni, tal vez, podremos permitirnos económicamente.

¿Cuáles son, pues, los frenos al desarrollo de tan ventajosa opción? Una primera y significativa causa es de tipo cultural y de hábitos de consumo. A diferencia de otros países en los que las redes son bien conocidas y la solución de paso universal, en España son soluciones poco introducidas, optándose más por modelos poco razonables energéticamente, como las soluciones individuales. Encontramos centenares de ejemplos de redes en Europa, y apenas alguna decena consistente en España. En París, por ejemplo, la red de frío abastece a más de 500 edificios desde hace décadas (entre ellos el Museo del Louvre) y, de no existir, la temperatura media de la ciudad incrementaría de 1 a 2°C en verano.

Tampoco existen ayudas (más allá de alguna subvención esporádica) ni beneficios fiscales en España para el desarrollo de las redes, ni un IVA reducido para sus clientes, llegándose a la paradoja, por ejemplo, de tener que adquirir derechos de emisión por equipos en las centrales que actúan sólo de *backup* y, en cambio, quedar exoneradas de dicha obligación las miles de calderas individuales y menos eficientes que se evitan.

Por otra parte, cabe destacar que se trata de proyectos muy intensivos en capital, generalmente ligados a una planificación estratégica o a una profunda transformación urbanística de un ámbito, en los que habitualmente es imprescindible para su viabilidad una colaboración pública inicial (vía aportación a fondo perdido, retorno diferido vía canon contra demanda, crédito blando...), así como una participación del promotor / usuario vía pago de Derechos de Conexión.

Desde el punto de vista de las empresas promotoras de estos proyectos, la experiencia demuestra que, tratándose de iniciativas a muy largo plazo, es imprescindible saber administrar la incertidumbre (imponderables de obra, climatología, cambios políticos, cambios

macroeconómicos o sociológicos...), además de, como en todo negocio de infraestructuras, mantener una política de crecimiento expansiva y no exigir rentabilidades a corto plazo.

3. DISTRICLIMA: LA RED URBANA DE CALOR Y FRÍO DE LA CIUDAD DE BARCELONA

La empresa Districlima, S.A., participada por Cofely España SAU (Grupo GDF SUEZ), Aguas de Barcelona, TERSA, ICAEN e IDAE, explota desde 2004 la red urbana de distribución de calor y frío en Barcelona, en las zonas Forum y 22@.

Como en todo proyecto de su categoría y dimensión, es imprescindible el apoyo que se recibe desde las instituciones locales, a través de las sociedades 22@Barcelona (sociedad municipal del Ayuntamiento de Barcelona) y Consorci del Besòs (Ayuntamiento de Barcelona y Ayuntamiento de Sant Adrià de Besòs) quienes, tanto en su calidad de reguladores del sistema como de promotores del desarrollo urbanístico y económico de sus respectivos ámbitos, aportan el impulso decisivo para el éxito de la implantación y desarrollo de la red, desde una visión de ciudad innovadora y comprometida medioambientalmente.

Gracias a los accionistas, administraciones y clientes, Districlima constituye actualmente la red más importante de nuestro país en términos de tamaño, diversidad de clientes e implantación en la trama urbana de una gran ciudad.

Sus principales magnitudes son:

Nº de edificios en servicio:	67
Superficie de techo climatizada (m ²):	≈ 631.000
Potencia de calor contratada (MW):	46,6
Potencia de frío contratada: (MW):	69,2
Extensión de la red (km):	13,4
Inversiones totales realizadas (M€):	> 47 M€ (*)
Cifra de negocio:	> 8 M€ anuales

(*) No incluidas inversiones iniciales de la Administración.

La producción energética se realiza principalmente en la Central Fòrum, próxima al recinto en el que se celebró el Fòrum de les Cultures 2004 y que dio origen a este proyecto. Está prevista la inauguración de una segunda central para cubrir las puntas de demanda y de bombeo en primavera de 2012, que destaca por disponer de un sofisticado sistema de acumulación de hielo.

La Central Fòrum dispone de dos equipos de absorción y de cuatro enfriadoras eléctricas (29 MWf en total), todos ellos condensados por agua de mar, así como de cuatro intercambiadores vapor - agua (20 MWc) y una caldera de gas de 20 MW de backup.

La red de distribución discurre a lo largo de la zona del Besòs y del distrito tecnológico 22@, alimentando más de 67 edificios de todo tipo, desde parques empresariales, universidades, viviendas sociales, centros sanitarios u hoteles, hasta centros comerciales, establecimientos de restauración o edificios de oficinas.

Proyecto LIFE DOMOTIC: sistemas de control y monitorización domótica de consumos energéticos en edificios

Jorge Guerra Matilla, Jesús Díez Vázquez
y Zaqueo Azcona Benavides. Elecnor

Resumen: *DOMOTIC* es un proyecto innovador y demostrativo aprobado por la Unión Europea en el marco del instrumento financiero para el medio ambiente “LIFE” que tiene por objeto la demostración de modelos para la optimización de tecnologías para la construcción eficiente. El proyecto se está desarrollando en tres centros, dos en Zaragoza y uno en Valladolid. Este último es el Centro de Recursos Ambientales de Castilla y León o edificio PRAE. El edificio del PRAE dispone del certificado IISBE, sobre construcciones sostenibles y dispone de fuentes de energía renovables. Dentro del marco del proyecto *DOMOTIC*, en el edificio del PRAE, se han implementado diversas soluciones tecnológicas domóticas organizadas según una solución con una arquitectura con dos niveles técnicos independientes. Uno de los niveles pretende que las instalaciones funcionen de forma eficaz, por ello se han ampliado los elementos del sistema de control existente. El otro de los niveles tiene por objetivo que la utilización de los sistemas se realice de una forma eficiente, para ello se ha instalado un sistema de monitorización para gestionar los usos del edificio y tomar decisiones al respecto.

Área temática: Sistemas y Tecnologías en el EECN

Palabras clave: Edificios inteligentes. Monitorización energética. Eficiencia energética. Domótica.

1. INTRODUCCIÓN

DOMOTIC es un proyecto innovador y demostrativo aprobado por la Unión Europea en el marco del instrumento financiero para el medio ambiente “LIFE” que tiene por objeto la demostración de modelos para la optimización de tecnologías para la construcción inteligente y que se está desarrollando entre 2011 y 2013 en tres centros o complejos de edificios, dos de ellos en Zaragoza (Fundación San Valero -centro de educación secundaria y formación profesional- y Universidad San Jorge) y uno en Valladolid, el Centro de Recursos Ambientales de Castilla y León o edificio PRAE. Este último es promovido por el *FUNDACIÓN DEL PATRIMONIO NATURAL DE CASTILLA Y LEÓN*.

El edificio PRAE, es un edificio de última generación, certificado con el estándar internacional de construcción sostenible IISBE (International Initiative for Sustainable Built Environment) que dispone de las fuentes de energía renovables.

Dentro del marco del proyecto *DOMOTIC*, en el edificio del PRAE se ha implementado una solución técnica con una **arquitectura técnica a dos niveles independientes**.

Por un lado se han modificado instalaciones del edificio, así como se han añadido nuevos elementos de campo al sistema de control actual del edificio para permitir realizar una gestión técnica de las instalaciones mucho más detallada, proporcionando al sistema más elementos de

decisión para **mejorar la gestión técnica del equipamiento** del que dispone el edificio. Esta es la función que realiza un sistema de control.

El segundo nivel de medidas implantadas en el edificio del PRAE ha sido la implementación de un **Sistema de Monitorización**, independiente al sistema de control, para analizar el comportamiento del edificio y sus patrones de consumo y contrastarlos con la información que ofrece el sistema de control y permitir una mejor configuración del mismo.

Para implementar este sistema de Monitorización, se ha instalado un **bus de comunicaciones** industrial, **modbus**, al cual se han conectado una serie de dispositivos y medidores industriales que nos informan sobre los consumos eléctricos y energéticos del edificio.

Una vez diseñada la parte de campo, ha sido necesaria la configuración y parametrización de una aplicación que permita incorporar toda esta información y la trate de una forma visual e intuitiva para que nos permita optimizar los usos del edificio y su equipamiento de instalaciones así como tomar decisiones en base a esta información. La aplicación escogida es el sistema **Deimos-DexCell**.

Este software no solo permite la monitorización de los datos de consumo del edificio, sino que además permite relacionarlos con el entorno del mismo como son las condiciones climáticas exteriores (temperatura, humedad,...) o el precio actual de la energía. Hoy en día y debido al continuo aumento del precio de la energía, el ahorro del consumo energético, no solo aplica a la cantidad de energía, sino que también está vinculado con los costes reales de la energía y sus horarios.

2. OBJETIVO

El objetivo del proyecto **Domotic Life** dentro del complejo del PRAE consisten en reducir la demanda de energía del edificio garantizando los niveles de confort térmico, acústico y lumínico del edificio, garantizando entre otros parámetros la calidad del aire, todo ello mediante la instalación de sistemas de control domótico adicionales a los existentes en el edificio.

3. PRESENTACIÓN RESUMIDA DE DATOS Y RESULTADOS

A. INTRODUCCIÓN

Para la optimización de de tecnologías para la construcción inteligente se han instalado equipamientos de todo tipo tales como analizadores de redes, sondas de temperatura y calidad de aire, contadores de energía (instalación térmica, y refrigeración), contadores de pulsos para salas de calderas, detectores de presencia para el control de la iluminación, así como el cableado necesario para poder transmitir las distintas señales a sus respectivos dispositivos, y que permitan su visualización a través de las aplicaciones. Las siguientes figuras muestran el despliegue descrito:



Figura 1. *Instalación de analizadores y sondas en el interior del edificio*

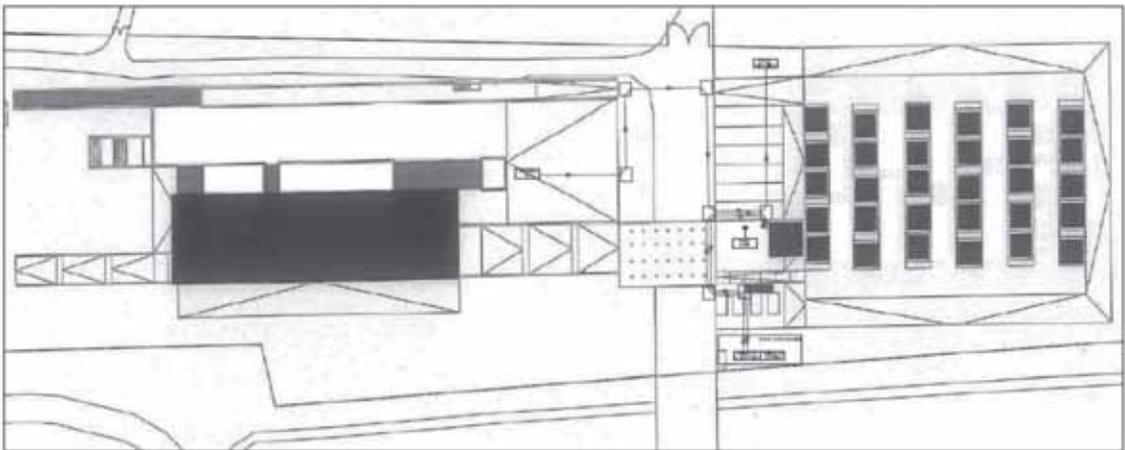


Figura 2. *Instalación de analizadores y sondas en los cuartos exteriores del edificio*



Figura 3. *Instalación de detectores de presencia en el interior del edificio*

B. OBJETIVO

Después de un exhaustivo estudio y análisis de los datos recogidos se han podido realizar las primeras propuestas de cara a obtener un ahorro energético, y se han establecido las necesidades de cara a la consecución del objetivo educativo/informativo que se pretende conseguir a través del sistema de monitorización de resultados.

C. PRESENTACIÓN RESUMIDA DE DATOS Y RESULTADOS

En primer lugar se ha cotejado que las informaciones que se ven por la aplicación corresponden con datos reales de consumos. Para ello se hizo uso de un analizador portátil de los valores de cada una de las fases.

En las siguientes imágenes se muestran los informes que genera la aplicación y donde pueden apreciarse comportamientos cíclicos (día/noche) así como las diferencias de consumo entre periodos. Las gráficas mostradas son de marzo de 2012:

Consumo semanal hora a hora vs semana anterior

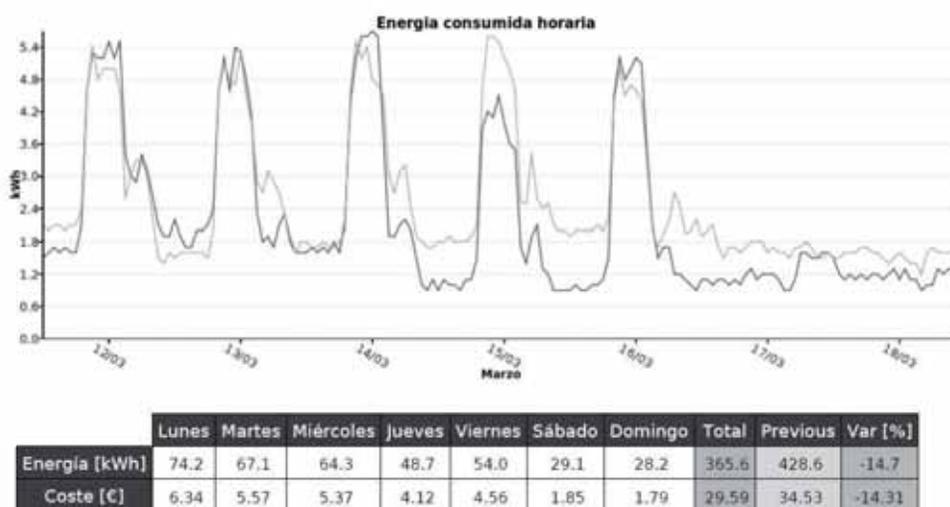


Figura 4. Consumo semanal hora a hora vs. semana anterior

Los datos pueden desagregarse por zonas independientes del edificio, lo que permite identificar aquellas zonas que tienen consumos excesivos, focalizar la atención y las medidas de gestión sobre aquellas zonas con mayores consumos o consumos muy por encima de lo necesario o establecer motivaciones para el personal del edificio usuario de las zonas con mayores consumos para implicarle en la reducción de los mismos a través de cambios en pautas de comportamiento y gestión.

Asimismo, en todo momento la monitorización nos permite tener información en tiempo real de manera muy intuitiva de los datos de interés del sistema:



Figura 5. Muestra típica de la pantalla de monitorización del sistema

Estos datos no sólo pueden visualizarse por el personal de mantenimiento del edificio a través de un sistema web, sino que es expuesto al público a través de un monitor ubicado a la entrada del edificio. Dado que el mismo recibe anualmente más de 30.000 visitantes, el potencial de sensibilización y educación de la población, tanto público infantil como población general o escuelas profesionales es muy relevante y por lo tanto esta pantalla de información es una herramienta muy potente para transmitir las ventajas del control domótico y la monitorización energética de los edificios.

D. DISCUSIÓN DE LOS DATOS

Como resultado de la continua supervisión del centro, del primer análisis de los datos obtenidos se ha recomendado ajustar a la baja el volumen del contrato eléctrico suscrito con la compañía distribuidora a las necesidades reales del edificio.

En estos momentos se tienen contratados 514 kW en una tarifa de alta tensión denominada 6.1. Se establece una distribución anual en 6 períodos, y dependiendo del mes del año y de la hora del día se aplica los costes asociados a uno u otro período. Lo que esta tarifa te exige es que al menos uno de los 6 períodos tenga contratado más de

450 kW. En esta situación sería necesario que tener el período 6 (el más barato de todos los períodos) con 451 kW de potencia contratada y el resto de períodos ajustarlo a las necesidades del edificio.

Según las facturas la potencia pico alcanzada en un mes de septiembre es de 84 kW. El mayor consumo que se va a generar a nivel eléctrico tendrá lugar en los meses de verano con los equipos de refrigeración debido a que la calefacción se realiza a través de calderas de biomasa.

En estas circunstancias se debería contratar en el entorno de los 120-150 kW para los 5 primeros periodos con el objetivo de reducir los gastos por término de potencia contratada.

Así mismo, el sistema de monitorización ha permitido detectar puntos críticos en el manejo y temporización de determinadas áreas y elementos del edificio, así como puntos de mejora en las pautas de comportamiento de los usuarios del edificio y en las pautas de equipo de mantenimiento y gestión.

De esta manera se han establecido nuevas temporizaciones de determinados elementos de la climatización y de iluminación, más acordes a los diferentes usos del edificio, personalizando las zonas comunes como aseos o pasillos, las zonas de exposiciones o conferencias, o las zonas de oficinas, pues cada una de ellas requiere pautas de climatización e iluminación muy diferentes.

E. CONCLUSIONES

Aun sin estar finalizado, a día de hoy se puede concluir que el proyecto **DOMOTIC** ha cumplido sobradamente los objetivos para los que fue concebido que son:

- ✓ Obtención de un ahorro energético muy significativo en el Centro
- ✓ Dotar de una herramienta educativa/informativa útil e intuitiva para todo tipo de usuarios

2. AGRADECIMIENTOS

El desarrollo del proyecto está contando con la colaboración de la Fundación San Valero de Zaragoza, de la Agencia de la Energía de Graz y con las asistencias técnicas de las Empresas Elecnor y Deymos.

Sistema de fachada ecoeficiente para reducir la demanda de calefacción

O. Irulegi, A. Serra y R. Hernández. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de San Sebastián (Universidad del País Vasco)

Resumen: En este artículo se analiza la eficiencia energética de una Fachada Ventilada Activa – *FVA* – aplicada a edificios de oficinas en España para reducir la demanda de calefacción.

El sistema de fachada consiste en una hoja exterior de 2mm de acero galvanizado y una cavidad de 3 cm donde el aire de ventilación es precalentado en invierno y extraído en verano.

Tras definir 8 tipologías típicas, se han obtenido 192 casos de estudio en los que se consideran diferentes parámetros: la superficie acristalada, la orientación y la zona climática.

El cálculo de la demanda energética estudio ha sido llevado a cabo mediante el programa *LIDER*, el método general del Código Técnico de la Edificación – *CTE*. Los resultados obtenidos en términos de reducción de la demanda de calefacción, se muestran comparados con los mínimos requerimientos exigidos en el *CTE*.

Área temática: Sistemas y Tecnologías en el EECN.

Palabras clave: Eficiencia energética, Estrategias de calefacción, Fachada Ventilada activa, Oficinas.

1. INTRODUCCIÓN

Europa se enfrenta a un cambio radical en términos de eficiencia energética de los edificios. La construcción de edificios con muy bajo, casi nulo, consumo energético es uno de los objetivos más ambiciosos establecidos en la recientemente aprobada Directiva 2010/31/UE. Por esta razón, los objetivos establecidos en la anterior Directiva 2002/91/EC y su transposición en el Código Técnico de la Edificación - *CTE* - han quedado ya obsoletos y es necesario establecer un nuevo marco reglamentario que garantice el cumplimiento de los nuevos retos energéticos. El caso de España cuenta con ciertas peculiaridades que merecen la pena ser destacados y sin las que no podría realizarse una lectura completa de la gravedad del panorama actual. Cuando la mayoría de los países miembro de la Unión Europea concentraban sus esfuerzos para definir estrategias efectivas con las que conseguir una significativa reducción del consumo de energía, el año de entrada vigor el *CTE* (Marzo 2006) fue acompañada de una frenética actividad constructiva sin precedentes en España. Según datos registrados en los Colegios de Arquitectos de España el número de visados de dirección de obra de nueva planta registrados en el año 2006 fue de 113.041. Esta cifra ha ido descendiendo drásticamente hasta registrarse 24.285 visados en el 2011, este descenso ha estado marcado por la grave crisis económica que asola al país.

Por lo tanto, a la hora de plantear estrategias es importante considerar que la casi totalidad de los edificios existentes en España no cumplen con los mínimos establecidos en el *CTE*: esto significa que en un periodo de tiempo no muy lejano, muchos de los edificios construidos recientemente deberán ser rehabilitados energéticamente para poder cumplir los nuevos

requisitos Europeos. Más aún, la inminente entrada en vigor del proceso de certificación energética de edificios existentes acentuará aún más la necesidad de actuar sobre ellos.

Desde el punto de vista de los usos edificatorios, el consumo energético de los edificios de oficinas ha aumentado un 300% con respecto a 1990, siendo el responsable del 47,48% del consumo de energía en el sector servicios según datos del 2008 (el 6% del total de consumo de energía en España). SEGURADO DE ARRIBA, P. y GARCÍA MONTES, J.P. (2008). El impacto energético se prevé irá en aumento considerando la proliferación, en la última década, de edificios de cristal altamente derrochadores donde los conceptos relacionados con la modernidad, la tecnología y la transparencia predominan en su diseño, COYNE, R. y SNODGRASS, R. (1994).

Por todas estas razones, los edificios de oficinas pasarán a ser una de las tipologías edificatorias más importantes de la siguiente década en España pero necesitan, del mismo modo, ser rediseñados y adaptados al nuevo marco energético. Con este claro objetivo, la fachada no puede desempeñar sólo un papel estético. Con todas estas consideraciones queda claro que la integración de sistemas industrializados de ahorro de energía integrados en la envolvente de los edificios, OROSA, J.A. y OLIVEIRA, A.C. (2009), vayan proliferando en el futuro más cercano.

2. OBJETIVO

Este artículo es parte de la tesis doctoral de la autora principal de este artículo y está vinculada al proyecto de investigación denominado “Fachadas Ventiladas Activas” y que ha sido financiado por el Plan Nacional de Investigación del Gobierno de España. El objetivo principal del proyecto era desarrollar un elemento de fachada opaco capaz de gestionar los flujos energéticos entre el interior y el exterior de un edificio. El proyecto de investigación finalizó en diciembre de 2009 y fue realizado entre la Universidad del País Vasco, la Universidad de Sevilla y la Universidad de Córdoba. En una Fachada Ventilada Activa –FVA –, el aire de ventilación es obtenido del exterior mediante ventilación forzada, precalentado en el interior de la cámara e introducido al edificio cuando existe necesidad de calefacción. Cuando el edificio no necesita ser calefactado, el aire de la cámara es liberado directamente al exterior (Fig. 1).

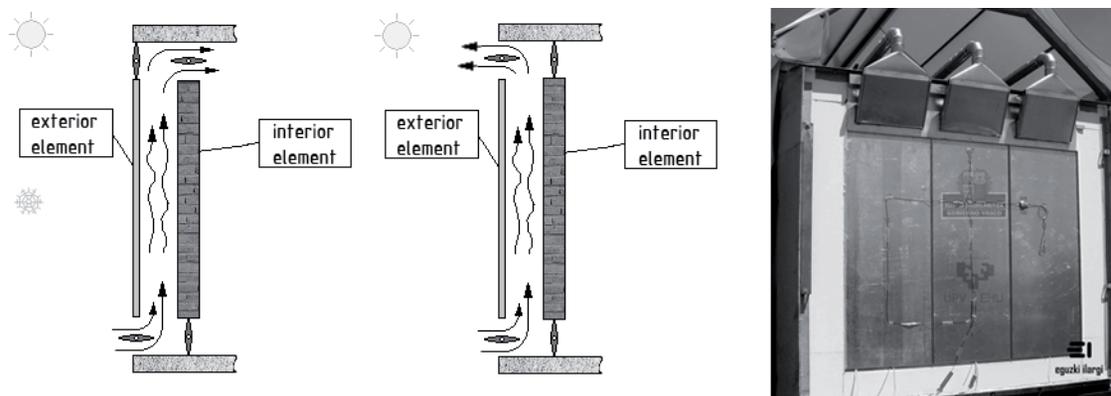


Figura 1. Funcionamiento de la FVA en modo invierno y verano y test del primer prototipo.

El primer prototipo (Fig. 1), construido con una hoja exterior de 2mm de acero galvanizado y una cámara de aire de 3cm, fue ensayado en los Laboratorios de Control de Calidad del Gobierno Vasco siguiendo el procedimiento *Paslink*.

El objetivo principal de este trabajo ha sido estimar la eficiencia energética de la *FVA* diseñada para reducir la demanda de calefacción, aplicada a edificios de oficinas en España y determinar la validez del sistema para poder alcanzar los nuevos objetivos marcados en la Directiva 2010/31/EU. Para ello, se realizó un amplio estudio para determinar las características típicas de los edificios de oficinas en España. Este análisis permitió la definición de una serie de edificios tipo que representan las características más típicas de las oficinas, JPEDICKE, J. (1975), MANASE, L. y CUNLIFFE, R. (1962), HASCHER, R. y JESKA, S. Y KLAUCK, B. (1985). Posteriormente, se utilizó el programa *LIDER* para obtener edificios de referencia para cada una de las zonas climáticas. Se obtuvieron un total de 192 casos de estudio. Finalmente, los 192 edificios de referencia fueron utilizados para determinar la eficiencia energética de la *FVA* aplicada en la parte opaca de la fachada sur de cada caso. Con estos 192 casos de estudio no se pretende simplificar la complejidad y naturaleza específica de los proyectos reales, para ello sería necesario realizar un análisis más detallado. El objetivo es, por tanto, proporcionar una aproximación inicial cuantificada que refleje la influencia de ciertos parámetros en el comportamiento energético de los edificios de oficinas en España, con y sin el uso de una *FVA*.

3. DEMANDA DE CALEFACCIÓN DE EDIFICIOS DE REFERENCIA

El cálculo de la demanda de calefacción de los edificios de referencia ha sido realizado considerando diferentes parámetros: la tipología, el porcentaje de acristalamiento en fachada y la zona climática. Tras realizar un análisis individual de cada una de las tipologías, se han obtenido una serie de conclusiones. Los valores máximos y mínimos para cada una de las tipologías quedan recogidos en la Tabla I.

<i>Tipología</i>	<i>Máximo [kWh/m²a]</i>	<i>Zona climática</i>	<i>Mínimo [kWh/m²a]</i>	<i>Zona climática</i>
Edificio tipo U	77,29	Soria (E1)	2,84	Almería (A4)
Torre 1 (*)	57,13	Soria (E1)	0,17	Almería (A4)
Torre 2 (**)	50,09	Soria (E1)	1,23	Almería (A4)
Edificio tipo anillo	79,62	Soria (E1)	4,28	Almería (A4)
Edificio tipo L	66,71	Soria (E1)	1,62	Almería (A4)
Edificio tipo lineal	54,36	Soria (E1)	1,84	Almería (A4)
Edificio tipo disperso	71,94	Soria (E1)	4,60	Almería (A4)
Edificio tipo compacto	60,78	Soria (E1)	2,10	Almería (A4)

Tabla I. Demanda máxima y mínima de calefacción de los edificios de referencia por tipologías.

Torre 1 (*): Edificio en torre con núcleo de comunicaciones en fachada

Torre 2 (**): Edificio en torre con núcleo de comunicaciones central.

Según los casos estudiados, se obtiene que la demanda de calefacción es mayor en los casos con un 30% de acristalamiento en fachada que en los casos con un 60%. Este hecho es debido a que cuanto mayor sea la superficie acristalada, mayor es el aprovechamiento de la energía solar. Por

otro lado, hay que subrayar, que las propiedades de las ventanas varían dependiendo de la superficie acristalada dado que el *CTE* exige una menor transmitancia térmica para mayores superficies acristaladas. Por otro lado, se observa una diferencia notable entre la demanda de calefacción en los climas más fríos (D2, D1 y E1) y los más calurosos (A3, A4 y B4). Los valores varían entre un máximo de 79,62 kWh/m²a y un mínimo de 0,17 kWh/m²a.

En general, el factor de forma (superficie de envolvente/volumen) tienen un gran impacto en la demanda de calefacción: cuanto mayor sea el factor de forma (mayor superficie para un mismo volumen), mayor es la demanda. Por lo tanto, la demanda de calefacción depende de multitud de factores: la superficie acristalada, las características del vidrio, el factor de forma, la tipología y la zona climática. En la siguiente tabla (Fig. 2) se muestra a modo de resumen, el rango de valores de la demanda de calefacción en base a la superficie acristalada, tipología y zona climática. De la tabla se obtiene que la demanda de calefacción, en la mayoría de los casos es inferior a 30 kWh/m²a. La demanda de calefacción es, obviamente, mayor en las zonas climáticas más frías donde se alcanzan valores entre 30 - 60 kWh/m²a y 60-90 kWh/m²a.

Superficie acristalada en fachada	Zonas climáticas del CTE											
	A3	A4	B3	B4	C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3	E1
Edificio tipo U	30%											
	60%											
Edificio en torre con núcleo de comunicaciones en fachada	30%											
	60%											
Edificio en torre con núcleo de comunicaciones central	30%											
	60%											
Edificio tipo anillo	30%											
	60%											
Edificio tipo L	30%											
	60%											
Edificio tipo lineal	30%											
	60%											
Edificio tipo disperso	30%											
	60%											
Edificio tipo compacto	30%											
	60%											

	Demanda de calefacción < 30 kWh/m ² a
	Demanda de calefacción entre 30-60 kWh/m ² a
	Demanda de calefacción entre 60-90 kWh/m ² a

Figura 2. Demanda de calefacción de los edificios de referencia para cada zona climática [kWh/m²a].

Por tanto, el *CTE* permite la construcción de edificios con una elevada demanda de calefacción. Este hecho contradice el objetivo establecido por la nueva directiva en la que se pretenden conseguir edificios con un consumo de energía casi nulo.

4. DEMANDA DE CALEFACCIÓN DE EDIFICIOS CON *FVA*

Para estimar la eficiencia energética de la *FVA* se han considerado como base los valores obtenidos en los 192 edificios de referencia mencionados anteriormente. La superficie opaca de las fachadas con orientación sur de cada uno de los edificios, ha sido modificada mediante la adición de una *FVA*. Estos edificios han sido simulados mediante *LIDER* para obtener su demanda energética. Los resultados se presentan en comparación con los valores de sus correspondientes edificios de referencia. De esta manera, ha sido posible establecer el ahorro

energético, en términos de reducción de la demanda de calefacción, que ofrece una *FVA* en cada uno de los casos estudiados.

En general, se concluye que la utilización de la *FVA* disminuye la demanda de calefacción con respecto a valores de referencia. Este hecho se confirma para todas las zonas climáticas y su comportamiento es óptimo en las zonas climáticas más templadas. En la siguiente figura (Fig. 3) se muestra que en la mayoría de los casos estudiados se alcanza un ahorro superior al 20%. Analizando los resultados por tipologías, para fachadas con un 30% de acristalamiento en fachada, los mejores datos se obtienen en el edificio tipo L. En todas las zonas climáticas, a excepción de D1, D2 y E1, se alcanzan ahorros superiores al 40%.

En los casos con un 60% de acristalamiento en fachada los mejores datos se obtienen para la torre con el núcleo de comunicaciones en la fachada, obtienen ahorros entre el 20 - 40% e incluso superando el 40% en determinados casos.

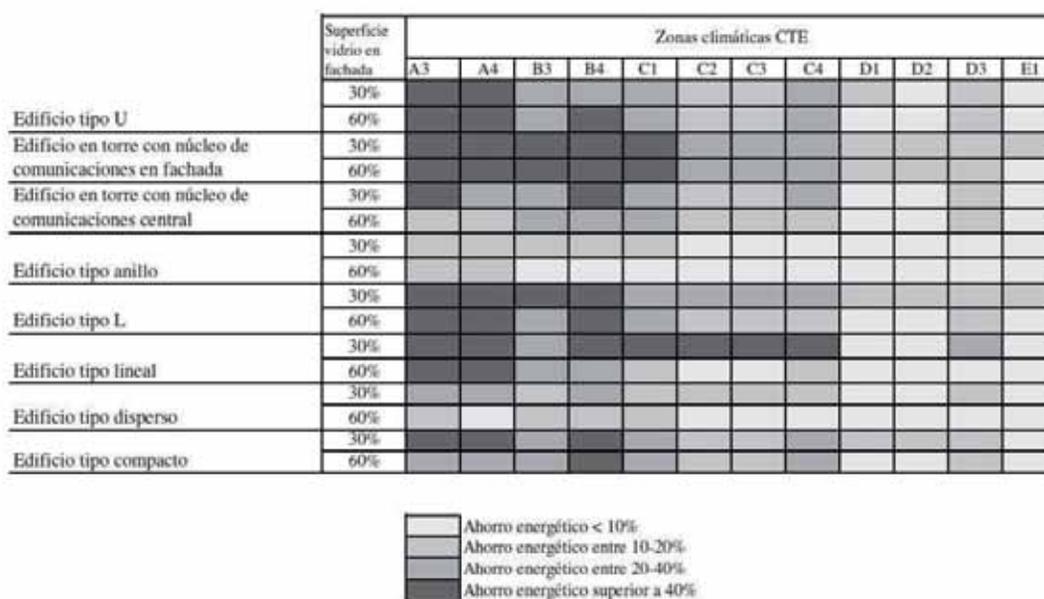


Figura 3. Disminución de la demanda de calefacción utilizando tecnología *FVA* respecto a los valores de referencia (cumplimiento de CTE.)

5. CONCLUSIONES

El mero cumplimiento del *CTE* no garantiza la construcción de edificios energéticamente eficientes en España, más aún, dicha normativa permite la construcción de edificios de oficinas con una demanda energética superior a 100 kWh/m²a. Esto significa que la gran mayoría de edificios construidos en los últimos años en España necesitarán ser rehabilitados energéticamente para mejorar su comportamiento. En este artículo se ha analizado la eficacia de la *FVA* para reducir la demanda de calefacción, componente importante de la demanda energética total de un edificio de oficinas dependiendo de la zona climática en la que se encuentre. Este valor varía entre un máximo de 79,69 kWh/m²a para un edificio tipo anillo situado en Soria (Zona climática E1) y un mínimo de 0,17 kWh/m²a para un edificio en torre con núcleo de comunicaciones en fachada situado en Almería (zona climática A4).

Para todos los casos estudiados se concluye que la demanda de calefacción es mayor con un 30% que con un 60% de acristalamiento en fachada. Este hecho es debido a que la radiación incidente a través de las zonas acristaladas permite un mayor aprovechamiento de la energía solar. Además hay que recalcar que dependiendo del porcentaje de vidrio en la fachada las propiedades del mismo varían: a mayor superficie acristalada el *CTE* exige una menor transmitancia térmica.

Tras las simulaciones llevadas a cabo utilizando el programa *LIDER* es posible establecer que la *FVA* presenta un comportamiento óptimo, permitiendo una reducción en la demanda de calefacción superior al 40% en muchos casos. En zonas climáticas con inviernos suaves, por ejemplo, en un edificio tipo U con un 30% de acristalamiento en fachada situado en la zona climática A3, la demanda de calefacción se reduce de 10,35 kWh/m²a a 5,46 kWh/m²a. En zonas climáticas templadas como son C1, C2 y C3, el potencial de ahorro medio es en torno al 10 – 20%. Pero puede incluso mejorarse, por ejemplo, para un edificio tipo lineal con un 30% de acristalamiento en fachada situado en la zona climática C1 la demanda de calefacción se reduce de 17,23 kWh/m²a a 6,77 kWh/m²a. Finalmente, en zonas climáticas con inviernos muy fríos, la *FVA* permite lograr un ahorro en torno al 10%. Pero puede incluso mejorarse, por ejemplo, para un edificio tipo lineal con un 30% de acristalamiento en fachada situado en la zona climática D3 la demanda de calefacción se reduce de 30,80 kWh/m²a a 19,39 kWh/m²a. En general, los edificios con un menor porcentaje de acristalamiento en fachada, es decir, con una mayor superficie de *FVA* presentan menores demandas energéticas.

La *FVA*, con un espesor inferior a los 5cm, es una interesante solución constructiva para la rehabilitación y construcción de edificios de oficinas en España.

6. REFERENCIAS

SEGURADO DE ARRIBA, P. y GARCÍA MONTES, J.P. (2008) : “Evolución del consumo y de la intensidad energética en España, Análisis Global y Sectorial de la evolución del consumo y de la intensidad energética en España. Comparación a nivel europeo”. IDAE.

COYNE, R. y SNODGRASS, R. (1994): “Metaphors in the design studio”, *Journal of Architectural Education* 48 2, pp. 113–125.

OROSA, J.A. y OLIVEIRA, A.C. (2009): “Energy saving with passive climate control methods in Spanish office buildings”, *Energy and Buildings* 41, pp823-828.

JPEDICKE, J. (1975): “Büro und Verwaltungsbauten. Internationale Beispiele. Informationsdaten in Bild und Text”, Karl Krämer Verlag, Stuttgart.

MANASSEH, L. y CUNLIFFE. R.(1985): “Office Buildings”. B.T. Bastford Ltd, Londres, 1962.

HASCHER, R., JESKA, S. y KLAUCK, B.(1985): “Entwurf Bürobau”, Bikhäuser- Verlag Architektur, Basilea/Berlin/Boston.

Sistema para renovación de aire en edificios energía casi nula

Pedro Barrio Esteban. Clivet

Resumen: La renovación del aire en edificios es necesaria para la eliminación de contaminantes, eliminar olores desagradables y cumplir con las disposiciones legales.

La selección de sistemas eficientes que sean capaces de renovar, purificar, humectar o deshumectar, climatizar y calefactar es necesaria para conseguir Edificios Energía Casi Nula

Los sistemas de renovación tradicionales no son capaces de cumplir con unos mínimos para poder considerarse como eficientes a pesar de que en algunos casos cumplan con los requerimientos legales

Los sistemas de recuperación termodinámicos son los únicos que son capaces de conseguir Edificios Energía Casi Nula, emplean el aire expulsado como fuente de energía para la generación de energía térmica de alta eficiencia o refrigeración por medio de bomba de calor

Area temática: Sistemas y Tecnologías en el EECN

Palabras clave: eficiencia, recuperación termodinámica activa

INTRODUCCIÓN

La renovación de aire por medio de unidades dotadas de recuperación termodinámica activa de última generación, para edificios altamente aislados proporciona un elevado ahorro general.

Analizamos los aspectos de la instalación y cuantificamos el ahorro de energía, para un típico edificio.

El análisis se realiza para dos sistemas diferentes de tipo hidrónico, empleando diferentes sistemas terminales, por medio de fancoil y el otro por vigas frías.

PRESENTACION RESUMIDA DE DATOS Y RESULTADOS.

El recuperador termodinámico activo consta de una bomba de calor aire aire de alta eficiencia que utiliza el aire expulsado como fuente energética. A diferencia de sistemas de recuperación térmica tradicionales, generan energía térmica o frigorífica útil para abatir la temperatura del aire de renovación, proporcionando energía adicional para el local. La significativa reducción de las pérdidas de calor sobre el flujo de aire introducido reducen notablemente los consumos energéticos en el ciclo de funcionamiento anual.

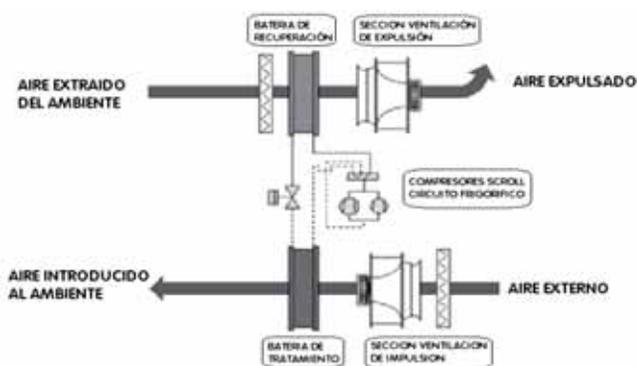


Figura 1: Esquema constructivo de la unidad de renovación de aire con recuperador termodinámico activo

Respecto a un equipo tradicional aire/aire el circuito de expansión directa de la unidad de renovación de aire con recuperador termodinámico activo trabaja con un flujo de aire invertido. Quiere decir que en funcionamiento invernal, el evaporador aprovecha la energía contenida en el aire expulsado y el condensador externo calienta el aire antes de introducirlo en el local. Reduce la temperatura de condensación y al mismo tiempo aumenta la temperatura de evaporación. Se consigue un aumento de la potencia entregada y sobre todo una importante disminución de la potencia eléctrica absorbida por los compresores, resultando en una eficiencia nominal de producción en invierno superior a 7 a plena carga.

Se emplean además soluciones técnicas para reducir la energía total consumida utilizando compresores dobles de diferente potencia sobre el mismo circuito frigorífico para aumentar hasta el 40% la eficiencia a carga parcial

Ventiladores Plug fan con control electrónico y regulación automática del caudal de aire.

La segunda etapa de filtración de aire de tipo electrónico, con eficiencia H10 equivalente y pérdida de carga inferior al 80% en comparación con un filtro tradicional de bolsas.

ANALISIS ENERGETICO

Para la evaluación de los posibles beneficios energéticos derivados de la aplicación en la instalación de recuperadores termodinámicos activos, se efectuara un análisis energético sobre un edificio de oficinas situado en Madrid con una superficie útil de 2000 m² y un buen aislamiento térmico.

En virtud del aforo y del caudal de aire de renovación por persona previsto por la normativa, el edificio necesita un caudal de aire de renovación de 9000 m³/h 1,6 vol/h. Las aportaciones de calor por iluminación y equipación fueron consideradas constantes e iguales a 20 W/m². El aislamiento del edificio determina un coeficiente de pérdida por transmisión (C_d) de 0,3 W/(m²·°C), y las cargas para la renovación del doble que por transmisión.

Para la renovación del aire se consideraron dos soluciones:

- sistema tradicional, con unidad de tratamiento de aire de tipo hidrónico completa de recuperador de calor estático de flujo cruzado de eficiencia 55% y by-pass
- recuperador termodinámico activo (modelo Zephir² Energy 90)

Como sistema de climatización asociado fue considerado una tipología de diseño de la instalación muy frecuente: un sistema hidrónico basado en ventilador convectores (fan coil) dos tubos

- sistema asociado con la generación de energía térmica o frigorífica consistente en bombas de calor reversibles de tipo aire-agua con temperatura de impulsión de 45° C en invierno y 7° C en verano.

En este caso el recuperador termodinámico activo viene típicamente previsto con introducción directa del aire en el ambiente

El sistema de difusión de aire considera que las temperaturas de impulsión pueden llegar a las condiciones de impulsión neutra para proporcionar una contribución determinante a la climatización del local, como se muestra a continuación con referencia a la modalidad de refrigeración en verano (figura 3).

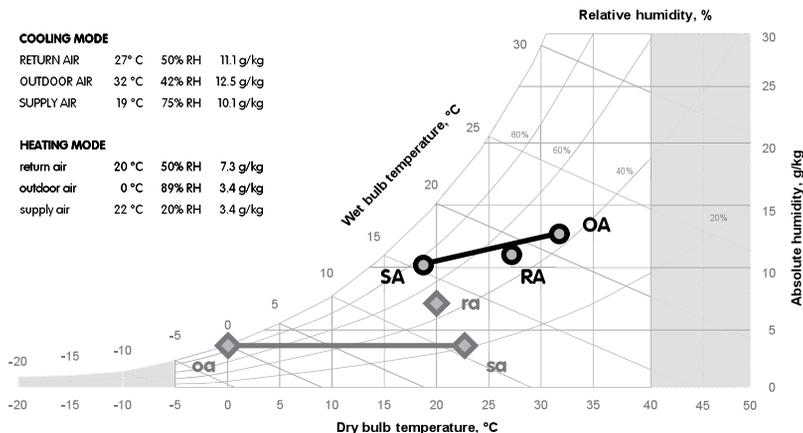


Figura 3 – Tratamiento representativo del recuperador termodinámico activo.

Para el análisis de la energía se ha utilizado el bin-método basado en la distribución de frecuencias de temperatura del aire exterior para la ciudad de Madrid (Departamento de energía de Estados Unidos). El análisis cubre el período de uso del edificio (8.00-18,00), durante el cual se supone que funciona el sistema de ventilación. Todos los tamaños han sido finalmente documentos gráficos por unidad de superficie en planta, así como una práctica común en la construcción de las clasificaciones de la energía.

La figura 4 muestra la demanda de potencia total del edificio, de acuerdo con la temperatura del aire exterior (la humedad se deriva de la regresión lineal de datos por hora). En la misma figura aparecen la potencia térmica y frigorífica aportada por el recuperador termodinámico activo (sensible y latente) la generada por el recuperador pasivo (sólo sensible). Se aprecia claramente como el recuperador termodinámico activo cubre la base de carga, mientras la instalación asociada esta predispuesta a satisfacer sobre todo los picos de necesidad que se manifiestan en periodos limitados del año. Cuando las cargas son reducidas se recurre al funcionamiento solo del recuperador termodinámico activo en vez del principal ya que la eficiencia es mucho mayor, particularmente a carga parcial.

En las condiciones de proyecto (que como de costumbre no consideran los aportes por iluminación, aforo y equipación), el recuperador termodinámico activo satisface hasta un 40% de la carga térmica y un 42 % de la carga frigorífica. En el caso de la adopción de recuperador de pasivo con eficiencia de 0,55, la parte cubierta por él en condiciones de proyecto sería igual al 30% en la calefacción y 10% en refrigeración.

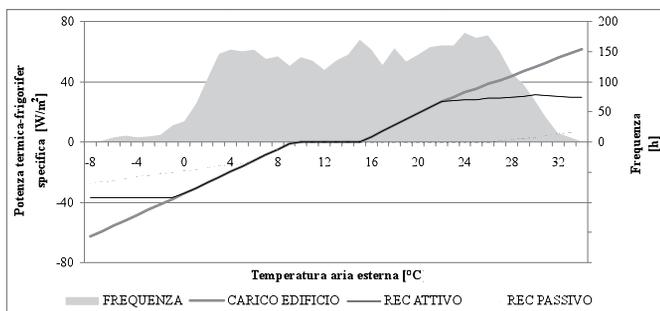


Figura 4:-térmica sensibles de alimentación/refrigeración hecha por recuperador de termodinámica, activo, pasivo y instalación relacionados con la temperatura fuera de aire. El fondo visible roto representa la frecuencia acumulativa de temperatura en la localidad

Adoptando el recuperador termodinámico activo en este caso particular el tamaño del sistema asociado de generación térmica se reduce en un 6% en comparación con el sistema de recuperación

estáticos tradicional (donde, reitera, cargas de proyecto en ambos casos no incluyen el entorno de las contribuciones, como de costumbre), mientras que el sistema asociado a la generación frío disminuye en 41% (figura 5).

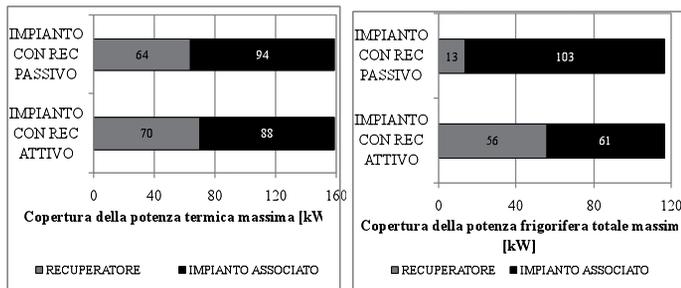


Figura 5: reducción del generador de calor nominal (sx) y los asociados de refrigerador (dx) de generador, inducidos por la adopción de recuperador de activo termodinámico

Si consideramos ahora, los balances de energía, puede evaluar la demanda de energía del edificio y esa fracción de las útiles de calor/frío cubiertos por dos sistemas de recuperación diferentes, termodinámicos y stand (figura 6). En cuanto al gráfico en la portada de la potencia, verá que la energía suministrada por el asociado se repite en las más duras condiciones climáticas. Se deduce entonces que sea necesario instalar un sistema asociado de generación, cuya eficacia no está excesivamente penalizada por condiciones climáticas extremas límite.

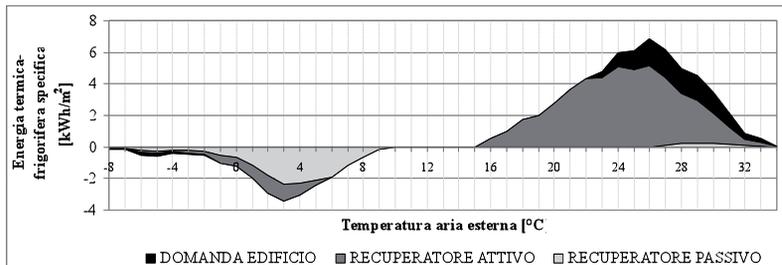


Figura 6: fracción de calor/refrigeración manta de recuperador de termodinámica y activo pasivo de regenerador dependiendo de la temperatura del aire exterior

Si evaluamos ahora la potencia requerida por el sistema considerando (consumos) y utilizamos los valores para determinar la necesidad en términos de energía en dos casos.

La potencia eléctrica absorbida por el recuperador termodinámico activo en la figura 7 dependiendo de la temperatura del aire exterior. El consumo de energía relativo a los ventiladores representa una constante con el fin de ejecutar la renovación del aire y considera 300Pa útiles en impulsión y 200Pa en retorno. El rango en que no están activos o el circuito activo de recuperador de termodinámico ni la planta asociada, el flujo que refleja la tabla es en freecooling, es decir, entornos operativos con el lanzamiento de aire exterior controlado y filtrado a una temperatura adecuada. Muestra el consumo de energía para compresores de recuperador termodinámico y la de instalación activo relacionado, administrado para satisfacer la demanda pico.

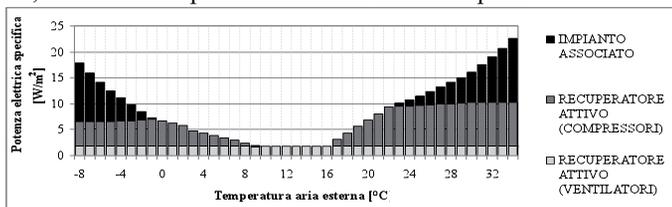


Figura 7 – Potencia eléctrica específica absorbida por el recuperador activo (suddivisa tra ventilatori e compressori) e dall'impianto associato, in funzione della temperatura dell'aria esterna

En el caso de la planta equipada con recuperador de pasivo (figura 8), con la misma energía eléctrica útil ventilador de impulsión es mayor debido a una mayor intercambiador de recuperación presión pérdida presente durante todo el período de operación y contrató a 250 PA como sucede con frecuencia en el mercado para contener las dimensiones y los costos de manejo de unidades de aire. El valor de máxima potencia requerida (consumo) es superior a la planta equipada con termodinámico activo como recuperador, aplicación igual de capacidad térmica de alimentación/refrigeración en ambos casos, los valores son de baja eficiencia general mediante el sistema tradicional.

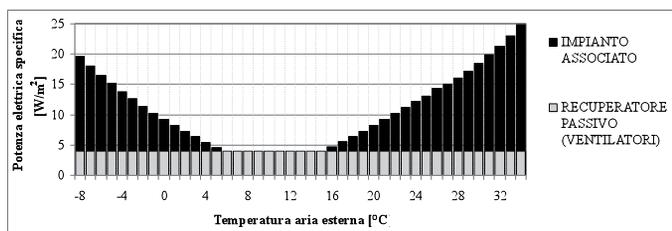


Figura 8: específica energía eléctrica absorbida por el recuperador de pasivo (ventiladores) y la planta de asociado, dependiendo de la temperatura del aire exterior

En términos de energía, si se tiene en cuenta la eficacia en los dos casos sobre la base de las horas de funcionamiento reales, el activo termodinámico recuperador es capaz de cubrir el 97% del calor útil para calefacción (figura 9, a la izquierda) y el 68% de energía útil para refrigeración (figura 9, a la derecha). En el caso de regenerador manta de energía pasiva es el 71% en invierno (figura 9, a la izquierda) y sólo el 2% en refrigeración (figura 9, a la derecha), en virtud de la modestas diferencias de temperatura entre el entorno externo y el ambiente interno.

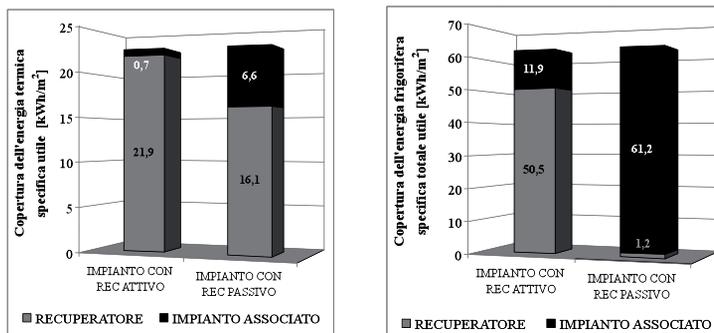


Figura 9: específicas necesidades de calor útil (sx) y refrigeración energía útil (dx) cubiertos por el activo termodinámica de recuperador y pasiva y uno de instalación relacionado en dos casos

A continuación, evalúa el consumo de energía primaria durante un año para ambos sistemas en las plantas, suponiendo un factor de equivalencia entre energía primaria y nivel de electricidad de 0,01 GJ/kWhe (rendimiento del sistema eléctrico nacional de 0,46 kWh_el/kWh_p). Se muestran en la figura 10.

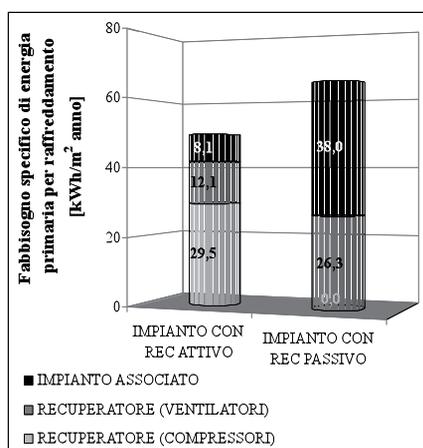
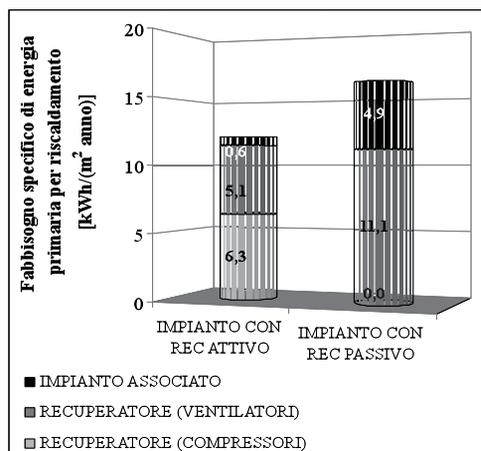


Figura 10: las necesidades específicas de la energía primaria (sx) de calefacción y refrigeración (dx) cubiertas por el activo termodinámica de recuperador y pasivo y uno de instalación relacionado en dos casos

En particular, las necesidades específicas de energía primaria del sistema con recuperador termodinámico es menor un 25% para calefacción (figura 10, a la izquierda) y un 23% para refrigeración (figura 10, a la derecha) respecto al sistema equipado con recuperador pasivo..

DISCUSION DE ESTOS

Comparación de soluciones planta equipada con sistemas de recuperación en el aire expulsado fue ejecutado incluso cuando escriba el generador térmico asociado. Junto a la bomba de calor aire-agua, responsable de la producción de agua caliente a temperatura media se considera una caldera de condensación con retorno promedio estacional del 100%.

Debido a la cobertura de las necesidades de los activos del recuperador de calor útil es muy alta (97%), hay un cambio significativo en las necesidades de energía primaria. Esta variación es más pronunciado en presencia de recuperador de pasivo, que se enfrentan a una cubierta de menores requisitos térmicos (71%) aumenta el calor para cargar generador (figura 11).

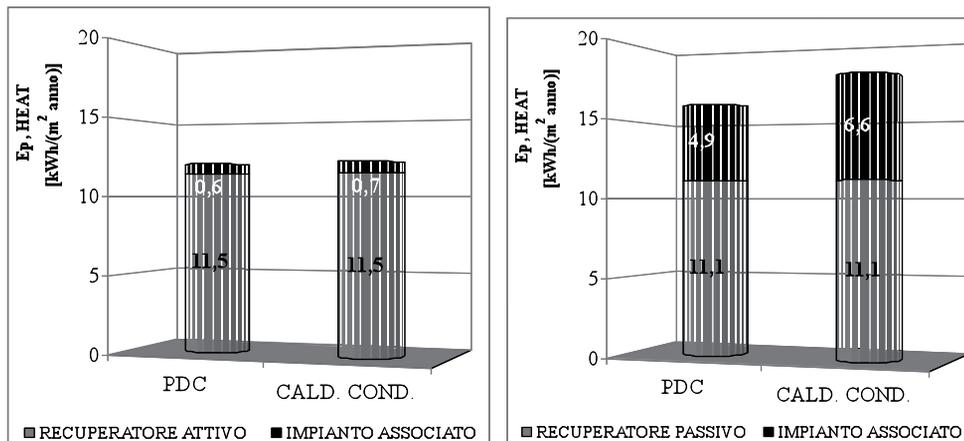
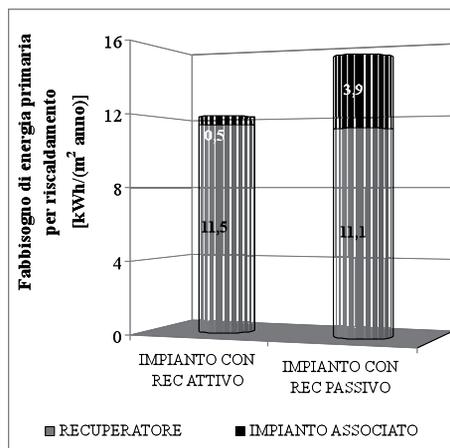


Figura 11: las necesidades específicas de la energía primaria para calefacción (E_p , HEAT) empleando como generador de una bomba de calor aire-agua o una caldera de condensación con 100% de eficiencia, en ambos casos con termodinámica recuperador (sx) activa o pasiva con recuperador (dx)

Además de la disminución de la eficiencia de la planta crece el ahorro asociado con alcanzables a través de instalar dsitributed termodinámica uno activo en lugar de pasiva, pasando de 24% en el caso de la bomba de calor a temperatura media a 31% en el caso de la caldera de condensación.

El tamaño para que refrigerador por medio de la termodinámica recuperador, ópera también activa con una mayor eficiencia del 18% en comparación con el sistema tradicional, además reducir el total de las necesidades de energía primaria (figura 15).



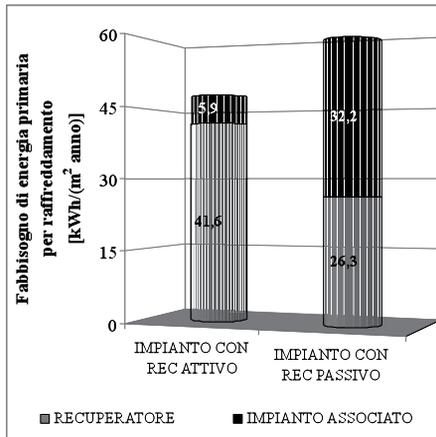


Figura 15: las necesidades de energía primaria específica para (sx) de calefacción y refrigeración (dx) cubiertos por el activo termodinámica de recuperador y pasiva y uno de instalación relacionado en ambos casos, en presencia del sistema de difusión a través de vigas frías activos

CONCLUSIONES

Los recuperadores termodinámicos activos están constituidos por bombas de calor aire/aire reversibles de alta eficiencia que emplean el aire expulsado como fuente de energía. El particular ciclo termodinámico, la ausencia de pérdidas de carga típicas de recuperadores tradicionales y las soluciones constructivas adoptadas (ventiladores, circuito frigorífico, filtración del aire) producen elevadas eficiencias estacionales de producción o de ventilación.

El análisis de energía llevado a cabo en un clima continental para un local de casos de aplicación típica, equipado con el tipo de sistema hidrónico asociado a ventilo convectores (fan coil) ha conseguido una reducción en el consumo de energía primaria de un 23% en el caso de la recuperación termodinámica activa, en comparación con una solución convencional con recuperador estático. Se reduce el consumo de energía primaria más 4% cuando el sistema hidrónico asociado de vigas frías (*vigas refrigeradas activas*), con una reducción simultánea del 20% sobre el tamaño de generador de asociado.

BIBLIOGRAFÍA

Carano C., 2009. Tratamiento de aire primario con sistemas de recuperación termodinámico , actos del Convegno Aicarr. Reducción de las necesidades, recuperación de la eficiencia y el ahorro de la energía renovable, Padua, 18 de junio 2009

La eficiencia energética y el gas, caminando seguro hacia los EECN

Ignacio Leiva Pozo
Gerente de Soporte Técnico comercial de GLP. Repsol
Presidente del Comité de Promoción del uso eficiente del gas. SEDIGAS

Resumen: Una política energética realista es aquella que trata de conseguir los fines de reducción de consumo y de emisiones de CO₂, junto al incremento de energías renovables, el famoso 20-20-20 de la UE, apoyándose en los pilares fundamentales seguridad de suministro, sostenibilidad ambiental, sostenibilidad económica y adicionalmente teniendo en cuenta el impacto indirecto en el entorno de actividad económica, todo ello considerando todas las acciones posibles en el campo de las energías renovables y en el de la eficiencia energética, con la mirada puesta también en la viabilidad económica, lo que redundará en alcanzar los objetivos en el menor tiempo posible.

En la legislación europea relativa a la edificación es más visible la encaminada al incremento de uso de energías renovables, sin embargo un análisis de los aspectos más relevantes revela como se potencian también las medidas que llevan a lograr una mayor eficiencia energética, haciendo hincapié en tecnologías e instalaciones muy eficientes como la cogeneración, las bombas de calor, los sistemas híbridos, centralización y distribución térmica de distrito.

El gas como vector energético básico (combustibles gaseosos: natural y propano) es el mejor camino para lograr los objetivos de una mayor descarbonización y reducción de consumo energético, por ser una energía limpia y disponible, con elevado potencial de eficiencia energética basado en los sistemas eficientes preconizados por la política energética europea y en su legislación, permitiendo además una implantación realista desde un punto de vista económico y alcanzando niveles de ahorro energético y reducción de emisiones equiparables al uso de energías renovables y con la posibilidad de complementarse y sumar esfuerzos.

Área temática: Materiales y Soluciones Constructivas para EECN

Palabras clave: eficiencia energética, sistemas y equipos eficientes, política energética, viabilidad económica.

Contenido:

La actual estrategia energética europea y por ello la transpuesta a cada uno de los estados miembros de la UE se ha comprometido con tres objetivos paralelos: 20% de reducción de emisiones de efecto invernadero, 20% de energía procedente de fuentes renovables y 20% de ahorro de consumo energético.

Una política energética nacional que persiga la consecución de ello, debe de contar con todas las estrategias y herramientas posibles y por ello, de forma particular en los edificios donde existe un gran potencial de ahorro, parece ser necesario en este momento disponer de una reglamentación eficaz y eficiente, que evolucione hacia un carácter *prestacional*, no prescriptivo, que permita usar todas las herramientas de ahorro disponibles en el mercado para encontrar la solución que mejor se adapte a cada edificio.

Esta reglamentación además debe contemplar varias el principio de la liberalización de los mercados energéticos y bajo este paraguas, tener un planteamiento que tenga presente los

principios de mercado, la promoción de la libre competencia y al igual que es necesario que exista cierta libertad en la forma de alcanzar los objetivos en función de las particularidades de cada país, debería de existir multiplicidad de soluciones tecnológicas que se adapten a todas las posibles aplicaciones, climatologías y particularidades de los edificios del mismo. Ello nos llevará en cada caso a emplear las más eficientes tanto desde el punto de vista energético como económico.

Normalmente la política energética se basa en tres pilares clásicos: seguridad de suministro, sostenibilidad ambiental y competitividad o sostenibilidad económica.

La primera, la seguridad de suministro implica, por un lado, disponer de suficiente energía primaria con qué alimentar el sistema, mediante la reducción del consumo, aumentando y estabilizando la proporción de recursos propios (locales) y asegurando el suministro de los que necesariamente importamos.

La sostenibilidad ambiental significa reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, gases contaminantes y otro tipo de residuos e impactos en el medio ambiente y la salud de las personas.

La competitividad o sostenibilidad económica supone tratar de minimizar la factura del suministro energético bien a través de las tecnologías instaladas, de las propias instalaciones energéticas y por último a través de la gestión de la operación y funcionamiento.

Normalmente es menos tratado un cuarto pilar que se puede denominar “impacto indirecto en el entorno de actividad económica. Es decir a la hora de establecer una determinada política energética, es necesario tener en cuenta su impacto en la actividad económica de otros sectores del entorno asociado como son la edificación, servicios, etc., donde además del impacto directo que supone el coste de la factura energética sobre usuarios, ha de considerarse el efecto en estas actividades del entorno y en el empleo.

Parece pues que teniendo en cuenta todo esto, las directrices de una adecuada política energética deberían guardar un equilibrio entre soluciones tanto basadas en energías renovables, como en las del fomento de la eficiencia energética, de tal manera que el impacto en todo el entorno económico sea el más adecuado posible a la vez que se van consiguiendo los objetivos de sostenibilidad perseguidos.

En este sentido considerando de nuevo la estrategia energética europea del 20-20-20, los datos que maneja la Comisión europea, parece que indican que en la UE, indican que la reducción de emisiones de efecto invernadero y la introducción de energía procedente de fuentes renovables, llevan camino de lograrse, pero el objetivo de reducción de consumo energético o su inversa de aumento de la eficiencia energética, está aun lejos de conseguirse. Esto puede ser precisamente un reflejo del mayor énfasis puesto hasta ahora en la introducción y aumento de la cuota de energías renovables y quizás, un cierto olvido de todo lo que se puede hacer a través de la eficiencia energética aun con energías convencionales limpias o sistemas híbridos.

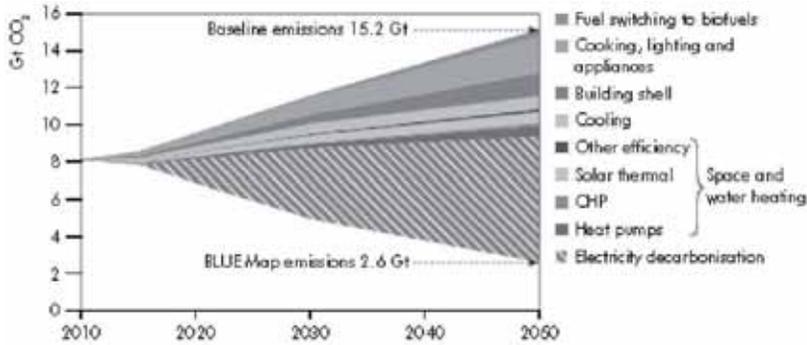


Figura 1: Proyecciones del objetivo de ahorro del 20%. Fuente: Comisión Europea

En este sentido se identifica un elevado potencial existente de ahorro energético en el conjunto de los sistemas empleados en los usos térmicos de la edificación, considerando de forma explícita las tecnologías avanzadas como la cogeneración, las bombas de calor, o los sistemas convencionales de alta eficiencia y para la refrigeración de los edificios.

Igualmente la AIE afirma que las mencionadas tecnologías de calefacción y refrigeración para edificios que se consideran de cero/bajas emisiones de carbono y energéticamente eficientes tienen un potencial de reducción de emisiones de CO₂ de hasta 2 gigatoneladas y pueden ahorrar 710 millones de tep., considerando igualmente las mismas tecnologías avanzadas anteriores como vectores claros para conseguirlo.

Asimismo, en diciembre de 2011 la Comisión Europea ha publicado el “Energy Roadmap 2050”, y en su plan de trabajo señala varios elementos que tienen consecuencias positivas en todos los escenarios de descarbonización, destacando simultáneamente que una mayor eficiencia energética es necesaria para alcanzar los objetivos en 2050.

La legislación europea ha desarrollado precisamente las últimas directivas y reglamentos clave, en línea con esta idea de las dos vías simultáneas, eficiencia energética y energías renovables, sin hacer mayor énfasis sobre ninguna de ellas.

Podemos destacar como legislación más relevante en esta materia:

- Directiva de eficiencia energética en los edificios, EPBD.
- Directiva de Fomento del Uso de Energías Renovables
- Directivas de Eco diseño y etiquetado de los productos energéticos
- Borrador de directiva de Eficiencia energética

De todas ellas si resaltamos algunos de los aspectos más relevantes, que refuerzan las tesis que aquí se están tratando, podemos decir que la *directiva de eficiencia energética de los edificios* en su última versión, 2010/31/UE, cubriendo los nuevos edificios, como los existentes, aboga por la meta de los edificios cada vez más eficientes y de bajo consumo energético, consumo casi nulo, a la vez que preconiza el uso de energías renovables y los sistemas eficientes, con especial

mención a la cogeneración, las bombas de calor y los sistemas de generación distribuida. Asimismo, se siguen manteniendo los estándares en forma de requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios y sus instalaciones, señalando que se deberá realizar un análisis de la viabilidad técnica, medioambiental y económica de instalaciones alternativas posibles.

La directiva 2009/28/CE, relativa al Fomento del Uso de Energías Renovables, obviamente es la dedicada expresamente a la promoción del uso de energías renovables, pero además de esta finalidad, define por primera vez la consideración de renovable a una parte de la energía transferida a los edificios desde el aire mediante bombas de calor, es decir la aerotermia, si bien aún queda por perfilar la metodología de cálculo adecuada con el debido tratamiento basado en energía primaria que posibilite la igualdad de consideración de renovable según la energía utilizada sea primaria como el gas o final como la electricidad.

Las directivas de Eco diseño y de Etiquetado energético, y los reglamentos para su desarrollo, actualmente en borrador y debate, tienen como objetivo igualmente la definición de los límites mínimos de eficiencia exigidos para cada una de las tecnologías y realizan un tratamiento específico para las tecnologías eficientes en la edificación, cogeneración y bombas de calor, determinando unas propuestas de etiquetas de rendimiento, emisiones de CO₂ y de contaminantes específicos como el NO_x.

En cuanto al borrador de directiva de eficiencia energética, su preparación algo posterior a la iniciativa de directiva de energías renovables, antes mencionada, corrobora nuevamente que en la UE, se considera necesario abordar por igual las dos líneas de actuación, en este borrador se refunden las Directivas 2004/8/CE, de Fomento de la Cogeneración, y la 2006/32/CE, de Servicios Energéticos, y las refuerza con el objetivo decidido de cumplir el compromiso de mejora de la eficiencia energética en un 20% para el año 2020, reconociendo que es el objetivo más retrasado dentro del compromiso 20-20-20. En ella se aprecia el destacado papel que deben jugar, en especial en la edificación, la cogeneración de alta eficiencia y el aprovechamiento de calor residual, estableciendo metas específicas a los actores del sector energético en cuanto a ahorros de consumo a través de mejoras en la eficiencia energética en la utilización en los edificios, haciendo especial énfasis en los del sector público y en los sistemas inteligentes de medida y monitorización de estos consumos.

En este escenario, el gas entendido en el sentido amplio de los combustibles gaseosos (gas natural o propano, proveniente éste último de forma mayoritaria de los mismos pozos de gas que el primero), ha de considerarse de forma primordial como el aliado perfecto para el desarrollo de sistemas de utilización de energía en los edificios cada vez más eficientes energéticamente.

Además la disponibilidad de combustibles gaseosos a largo plazo, se presenta como un factor primordial en la transición hacia un sistema energético más sostenible económica y ambientalmente y de bajo impacto (low carbon).

El gas, además es el principal actor para el impulso y desarrollo en la edificación de las tecnologías de alta eficiencia energética como la cogeneración, las bombas de calor a gas y los sistemas híbridos con energías renovables.

Las tecnologías de alta eficiencia con gas pueden trabajar sobre la parte del suministro que precisamos cubrir, cumpliendo exactamente los mismos objetivos que las energías renovables:

- Reducir el consumo de energía primaria.
- Reducir las emisiones de CO₂.
- Reducir los costes de suministro de energía.

En este punto podemos recopilar como ideas fundamentales:

En cuanto a las tecnologías, en base a toda la exposición anterior, podemos decir que además las soluciones energéticas para la edificación es el mejor aliado para el desarrollo de los pilares básicos de mayor eficiencia marcados tanto en la política estratégica como en su despliegue legislativo, ya que coinciden plenamente con los que allí se han marcado:

- Sistemas convencionales de generación , distribución y control de alta eficiencia
- Sistemas híbridos con energías renovables
- Sistemas de micro cogeneración y cogeneración de pequeña potencia
- Sistemas de bomba de calor a gas

Todos ellos además, en función de circunstancias específicas y adecuadas también son los mejores impulsores de conceptos como la generación distribuida o las instalaciones centralizadas de distrito, que también, contando con la adecuación económica necesaria, son promovidos como acciones derivadas en el conjunto de la legislación descrita.

A continuación describimos brevemente las características tecnológicas y de adecuación a una edificación sostenible de cada una de ellas.

Soluciones convencionales con gas de alta eficiencia energética:

Las soluciones convencionales con gas para la edificación son las calderas. Puede parecer paradójico que un producto tan consolidado, siga siendo un referente en eficiencia energética, sin embargo, las calderas de hoy disponen de una muy avanzada tecnología permitiendo alcanzar una excelente eficiencia y adaptación a cada tipología de edificación y lo más importante a sus condicionantes de utilización, de forma especial en el sector residencial. De esta manera la más avanzada tecnología, la condensación, aprovecha incluso el calor de los productos de la combustión al máximo, consiguiendo en un funcionamiento a bajas temperaturas de distribución y demandas térmicas bajas en equilibrio de operación un excelente rendimiento.

La combinación apropiada de las calderas y de los sistemas de distribución y control más adecuados, forma un paquete de optimización energética a un coste económico muy razonable, especialmente interesante tanto para instalaciones domésticas centralizadas como individuales, por ejemplo mediante calderas de condensación con suelo radiante o radiadores de baja temperatura, así como utilizando sistemas de control y de la gestión energética global de la instalación.

Si se hacen uso de todos estos elementos en una instalación de forma coordinada, podemos haber conseguido sin una mayor sofisticación tecnológica, una excelente eficiencia energética estacional o anual en el edificio y a un coste competitivo. En este sentido es de resaltar, que aunque parezca obvio por la madurez de estas soluciones, existe en la práctica un elevadísimo

potencial de hacer bien las instalaciones y manejar todos los resortes posteriores de gestión de las mismas y estrategia de control y distribución de la energía.



Sistemas híbridos de gas y energías renovables:

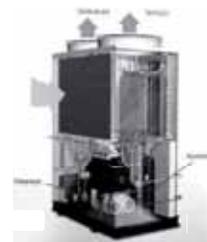
En cuanto a la utilización de los sistemas híbridos con energías renovables y especialmente con la solar térmica, ya se ha mencionado en las tesis anteriores, que el gas y los sistemas de eficiencia energética no deben verse como contrapuestos a la consecución de una mayor utilización de las energías renovables. De esta manera las tecnologías convencionales como las calderas e incluso las avanzadas como las bombas de calor a gas o la micro cogeneración son no sólo compatibles con la promoción y uso de las energías renovables, sino que el uso de gas potencia su desarrollo y es la mejor transición hacia su incremento.

Las tecnologías de gas han desarrollado de forma especial los sistemas de control y distribución para sacar el máximo partido a la utilización de energías renovables, consiguiendo modulaciones muy bajas con alta eficiencia para los momentos de mayor aporte de renovables, consiguiendo con ello mantener además el máximo confort de estos sistemas híbridos.

Bombas de calor a gas:

Las bombas de calor a gas pueden ser por compresión (sólo aerotermia) o por absorción (aerotermia o geotermia) o adsorción.

Las bombas de calor a gas por compresión, GEHP, o simplemente GHP, (del inglés gas engine heat pump, son equipos para generación de calefacción o refrigeración en los edificios, basados en el principio de bomba de calor mediante un ciclo termodinámico de compresión, en los que el motor que mueve el compresor es de combustión interna en lugar del más difundido eléctrico, pero esto es lo que le confiere ventajas adicionales a las ya existentes por la tecnología muy eficiente de bomba de calor, derivadas de la utilización por aprovechamiento adicional del calor del motor térmico.



Estos equipos utilizan sistemas de distribución térmica habituales en los edificios, expansión directa, distribución por agua, fancoils, suelo radiante, etc., por lo que no ofrecen ninguna dificultad para su prescripción e implantación, tanto en obra nueva como en edificios existentes, con muy bajos costes de mantenimiento.

El aprovechamiento de calor aporta ventajas muy importantes, en climas fríos mantienen la potencia de la bomba incluso a temperaturas muy bajas y por tanto su eficacia en calefacción sin realizar desescarches, como en sus homólogas eléctricas y si no se producen muy bajas

temperaturas, el calor es aprovechado para los usos térmicos como el agua caliente sanitaria, por lo que el rendimiento global de la máquina es muy elevado, especialmente interesante en zonas menos frías o calidas.

Por otro lado, al utilizar directamente energía de gas primaria, son muy eficientes y sus emisiones de CO₂ globales son muy bajas por lo que aportan una inmejorable contribución a la sostenibilidad y certificación energética del edificio, reflejándose igualmente en los costes de operación, de manera que normalmente son inferiores al uso de otras alternativas de climatización.

Sus rangos de potencia y características de aprovechamiento señaladas las hace especialmente adecuadas para lograr la máxima eficiencia energética y optimización económica en edificios de uso residencial con instalación térmica centralizada y especialmente en los uso colectivo o terciario (hoteles, residencial, polideportivos, oficinas, etc.)

Las bombas de calor por absorción o adsorción, son también ampliamente conocidas, en ellas el ciclo de compresión se sustituye por un ciclo térmico, manteniendo también el resto de elementos de distribución de calor o frío habituales en la edificación, si bien su utilización práctica obtiene su mejor adecuación económica cuando se combinan con una generación térmica excedente o gratuita, de esta manera existen soluciones especialmente eficientes en grandes edificios de terciario o comercial como grandes hospitales, donde se aprovechan para su funcionamiento calores residuales de elementos principales como la cogeneración, calderas o el propio calor de energías renovables como la solar, constituyendo la solución conocida como frío solar.

Una versión en desarrollo de estas bombas de calor de absorción y adsorción para usos en instalaciones individuales está en curso y asistiremos a su lanzamiento próximamente con elevados valores de eficiencia energética.

Micro-cogeneración y cogeneración de pequeña potencia

La micro-cogeneración o la cogeneración de pequeña potencia es una versión de esta tecnología muy madura a nivel de generación eléctrica y procesos industriales, pero a pequeña escala y adaptada a la edificación y pequeña industria. En su versión comercial más desarrollada, se realiza con equipos compactos para la producción simultánea de calor y electricidad mediante un motor térmico de combustión interna o pequeñas turbinas, totalmente adaptados para su utilización en la edificación en las mismas condiciones de instalación que una caldera convencional.

La función principal es el aprovechamiento del calor generado para cubrir la base de las necesidades térmicas de calefacción o ACS, obteniendo su mejor aprovechamiento si se diseñan en instalaciones con un uso intensivo de la energía térmica, complementándose en los picos de la demanda con otros equipos convencionales como las calderas, acumuladores o generación con energías renovables.

Dependiendo de la legislación vigente, régimen e importe de las tarifas eléctricas, la electricidad producida será exportada total o parcialmente a la red o será usada en autoconsumo, por lo que el diseño y dimensionamiento deben ser estudiados de manera específica, teniendo en cuenta

estos aspectos para lograr la adecuación económica, en la que también hay que evaluar los ahorros en infraestructuras de conexión a la red eléctrica, en su coste y oportunidad.

Como ya se ha indicado anteriormente la cogeneración es uno de los vectores de alineamiento con la política y legislación europea relativa a la eficiencia energética y con ella se consigue una disminución de emisiones de CO₂ y una alta eficiencia, que se traduce en una elevada certificación energética en los edificios.

Además es una tecnología adecuada para el desarrollo de instalaciones centralizadas de distrito y el aprovechamiento local cuando hay disponibilidad de combustibles renovables como el biogas.

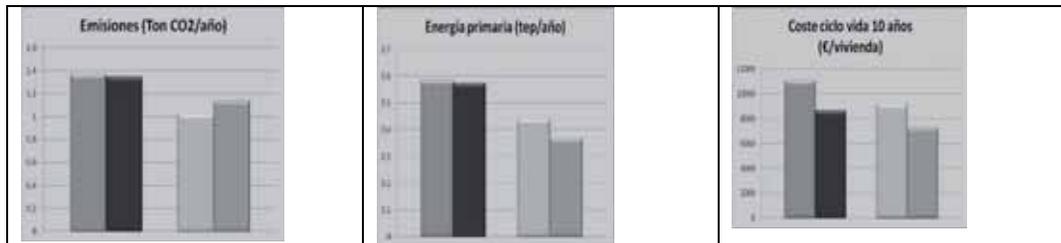
Su utilización es especialmente recomendable cuando hay usos intensivos térmicos (hoteles, residencias, geriátricos, polideportivos, etc.).

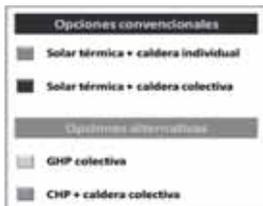
A continuación, para reforzar la idea fundamental expresada de las ventajas del desarrollo de la política energética a través de una vía abierta prestacional, para conseguir mucho más rápidamente los objetivos de sostenibilidad y ahorro energético del 20-20-20, se ilustran algunos ejemplos de cálculo de impacto de soluciones convencionales (actualmente en línea prescriptiva) y algunas de las alternativas eficientes con gas anteriores.

Para ello, se han expresado en términos de emisiones de CO₂, consumo de energía primaria y costes de inversión y operación. (Tomando como base de cálculo: valor de emisiones de CO₂ y de coeficiente de paso a energía primaria asociado a la electricidad de 420 g/kWh, y 2.31, inferiores a los oficiales utilizados en Calener para la edificación, y más representativos de la tecnología marginal de generación centralizada a la que desplaza típicamente la cogeneración, sea el ciclo combinado a gas. Representando una posición conservadora frente a los cálculos oficiales). Igualmente se han considerado valores medios de inversión de equipos y de costes de operación tomados del mercado y de la experiencia acumulada en instalaciones reales.

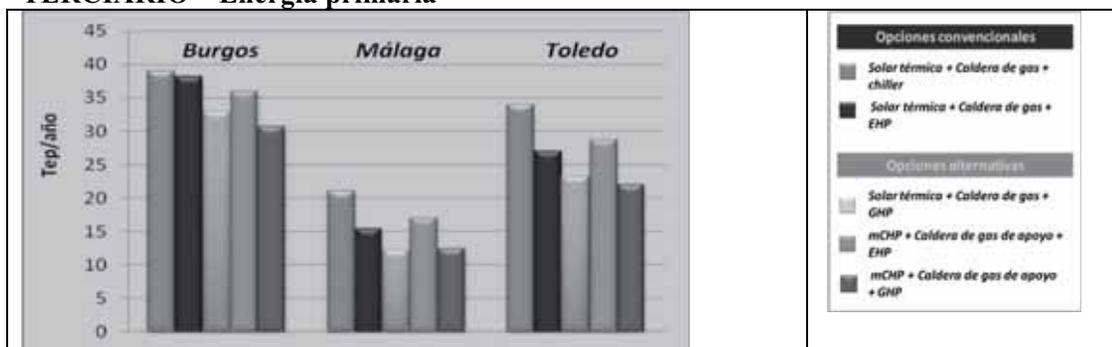
Los ejemplos se ilustran en las gráficas siguientes, en los que se ha tomado como ciudad representativa a Burgos para un edificio residencial de instalación térmica colectiva de 110 viviendas y un edificio residencial geriátrico de 110 plazas en Burgos, Toledo y Málaga, (sólo valores de consumo de energía primaria).

RESIDENCIAL BURGOS





TERCIARIO – Energía primaria



A partir de las gráficas anteriores, se puede concluir:

Tanto en el sector residencial como en el sector terciario hoy día se dispone de una variedad de tecnologías ambientalmente eficientes y económicamente rentables que pueden ser valoradas en cada caso específico junto a las soluciones más convencionales o actualmente prescriptivas.

Las soluciones eficientes tanto ambiental como económicamente no son únicas y se pueden conseguir bien por vía de una contribución solar (u otra tecnología renovable), bien por vía de tecnologías eficientes con gas como son la GHP y la CHP y por supuesto considerando la mejor alianza entre ambas posibilidades.

Se ha mostrado que la vía prestacional permite más grados de libertad para que el prescriptor / usuario puedan decidir sobre aquellas soluciones que consigan el mejor equilibrio entre los criterios mediambientales y económicos.

Es posible conseguir los objetivos 20-20-20, de una manera más rápida, si se deja al mercado y operadores ligados a la edificación la libertad de utilizar las mejores soluciones que, por una vía prestacional, sin duda se alinearan con los cuatro pilares de la política energética expuestos, facilitando la viabilidad económica necesaria.

Confort y Energía. Soluciones integradas Low-Ex

J. Zubiaurre, D. Irusta, E. Velasco, M.A. Chicote. IDOM. Ingeniería, Arquitectura y Consultoría

Resumen: Las soluciones de climatización englobadas en el concepto “Low-Ex” o de baja exergía presentan un futuro prometedor en la consecución de instalaciones eficientes orientadas al cumplimiento de los objetivos de la Directiva 2010/31/UE. Estos sistemas utilizan fluidos caloportadores a temperaturas próximas a las del ambiente interior y limitan el consumo en sistemas parásitos, tales como grupos de bombeo y ventiladores. Por otra parte esta tecnología permite una combinación muy interesante con fuentes de energía renovables.

Adicionalmente la optimización del consumo energético de los edificios depende en gran medida del grado de confort de los usuarios. En este contexto, el disconfort generado por temperaturas medias radiantes desfavorables condiciona un uso inadecuado de los termostatos. Las instalaciones de baja exergía que utilizan niveles térmicos moderados y fomentan el intercambio radiante pueden compensar de forma natural estas situaciones optimizando las temperaturas de consigna.

Existen asimismo posibilidades de integración de estos sistemas en los paramentos arquitectónicos, de manera que los edificios se constituyan en si mismos en sistemas activos de climatización.

El presente trabajo analiza el consumo energético en relación al confort, obtenido en diferentes situaciones de ambiente de oficina y en distintas climatologías. Para ello, mediante el uso de software de simulación energética, se han modelado situaciones típicas de espacios de fachada o interiores bajo condiciones y cerramientos diversos y se han comparado los resultados. Finalmente se obtienen conclusiones, que permiten definir los criterios para realizar diseños eficientes de sistemas basados en estas tecnologías.

Área temática: Sistemas y Tecnologías en el EECN

Palabras clave: Eficiencia, exergía, forjado activo, vigas frías.

1. LA IMPORTANCIA DEL CONFORT EN EL COSTE DEL CICLO DE VIDA DE LOS EDIFICIOS

El confort en su sentido más general constituye el objetivo de los sistemas de climatización. No se debe olvidar que las tendencias actuales relativas al ahorro de energía, que por razones de necesidad forman parte de las políticas actuales, especialmente en Europa, son una consecuencia del peso específico que estas instalaciones presentan en la demanda energética global. No obstante el consumo se reduce fácilmente a expensas del confort.

Debido a las políticas energéticas mencionadas, al incremento de costos que la energía presenta actualmente y a la previsible evolución al alza de estos costes, los técnicos del sector y los responsables de Facilities Management, tienden a considerar que entre el 60% y el 70% del costo de un edificio de oficinas a lo largo de su ciclo de vida corresponde a la Energía y los gastos de Mantenimiento.

Las maniobras que penalizan el confort no tienen en cuenta, que si en un edificio de oficinas, introducimos el costo de personal (salarios, absentismo, etc.) en el análisis del ciclo de vida del edificio, los gastos en mantenimiento y energía pierden peso de forma drástica, ya que los costos de personal pueden suponer un 90% del total, incluido el costo de construcción, los impuestos, el mantenimiento y la energía.

Ciertos estudios apuntan a una pérdida importante de productividad con temperaturas superiores a 25°C e inferiores a 22°C. En cualquier caso, para un análisis correcto de la situación de confort, deberían tenerse en cuenta otros parámetros relativos al confort que matizan el valor de la temperatura seca.

2. INTRODUCCIÓN AL CONCEPTO DE CONFORT HIGROTÉRMICO

Con un criterio más amplio de confort, si bien aun quizás incompleto, utilizaremos el estándar EN-ISO-7730 como base para realizar un análisis del consumo energético global en relación al grado de confort.

En una breve aproximación a la norma se puede señalar que además de la temperatura seca, el confort está determinado por la temperatura media radiante, la humedad relativa, el grado de actividad, la velocidad residual del aire y la indumentaria de los ocupantes de un ambiente. El peso de la velocidad residual del aire y la humedad en oficinas es mínimo, por tanto, la combinación de la temperatura seca y la temperatura media radiante, deben de ser analizadas como un conjunto en su relación con la eficiencia energética.

Tabla I. Variación del confort en función de la fluctuación de la componente radiante para una situación estándar de oficina en invierno.

ID	CLO	MET	T ^a (°C)	TR(°C)	VR (m/s)	HR (%)	PMV	PPD (%)
A-1	1	1,1	21	22	0,15	40	-0,4	8,3
B-1	1	1,1	21	21	0,15	40	-0,5	10,2
C-1	1	1,1	21	20	0,15	40	-0,6	12,5
D-1	1	1,1	21	19	0,15	40	-0,7	15,3
E-1	1	1,1	21	18	0,15	40	-0,8	18,5
F-1	1	1,1	21	17	0,15	40	-0,9	19

En la tabla se puede apreciar en una situación de invierno de oficina, como el porcentaje de personas insatisfechas (PPD) disminuye cuando evoluciona la temperatura media radiante, manteniendo una temperatura seca de 21°C. Se comprueba asimismo que el disconfort que existe es en todos los casos por situación de frío, ya que el Voto Medio Previsto (PMV) presenta valores negativos.

3. LA INFLUENCIA DEL CONFORT EN EL CONSUMO

En situaciones normales, si el usuario tiene un acceso al termostato el manejo de las instalaciones acostumbra a presentar sobreconsumos importantes, respecto a los valores considerados en los modelos de simulación, debido a situaciones de disconfort.

El siguiente ejemplo muestra un recinto de oficinas situado en la climatología de Valladolid, orientado al oeste con una fachada mediocre y un vidrio convencional (30% de la superficie de

fachada), con una actividad, cargas internas y horario típicos de oficina. A efectos de cálculo, el modelo, considera el resto de superficies del cerramiento como “cuasi” adiabáticas.

Vidrio:

Factor solar: 0,568
 Transmisión solar directa: 0,474
 Transmisión luminosa: 0,745
 U-Value s/EN 673: 1,761 W/m²K



Fachada opaca:

Coefficiente de transmisión térmica global (U): 0,714 W/m²K
 Coeficiente de convección superficie interior (h_i): 2,152 W/m²K
 Coeficiente radiante equivalente (sup. Interior) (h_r): 5,540 W/m²K

Figura 1. Imagen y propiedades de la fachada. El recinto es de 20m. (fachada) x 5m. x 3m.

El sistema de aire acondicionado consiste en una instalación simple de tipo split, con un complemento de ventilación a caudal constante. Los resultados de un análisis comparativo de consignas de temperatura seca a 21°C en modo calefacción y 24°C en refrigeración (caso A) respecto a una consideración de temperatura operativa de 21°C en calor y 24°C en frío (caso B) se pueden apreciar en las siguientes tablas.

Tabla II. Consumo energético en función de la consigna impuesta al sistema de control.

	Caso A	Caso B
	Consumo térmico [kWh]	Consumo térmico [kWh]
Calefacción	1.758	2.790
Refrigeración	5.283	9.547

Por otra parte el equipo del caso A debe estar sobredimensionado para poder atender la temperatura operativa de invierno en las primeras horas del día, lo que produce un consumo eléctrico comparado en términos homogéneos un 45% superior que en el caso A considerando el consumo global anual de calefacción, refrigeración, ventiladores e iluminación. Este sobreconsumo presenta una variación cuadrática cuando se incrementa la superficie de vidrio.

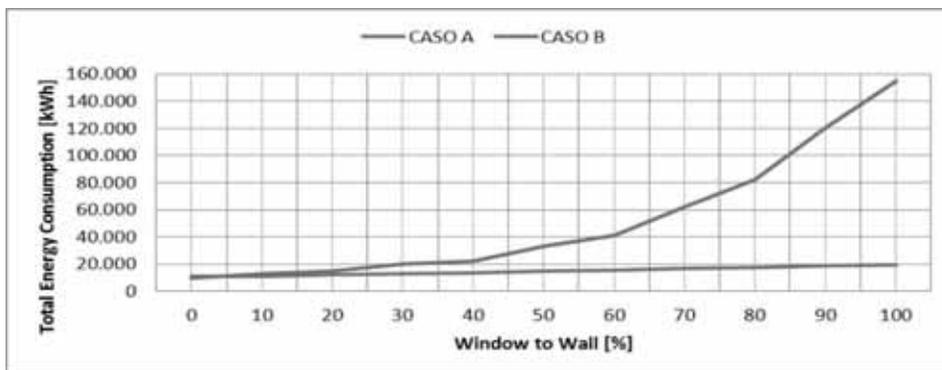


Figura 2. Análisis comparativo del consumo energético anual (ordenadas) en función de la consigna interior y la superficie de vidrio en fachada (abcisas)

Los valores comparados del análisis del confort son los siguientes:

	Caso A	Caso B
	Horas	Horas
Ocupación	3.132	3.132
Horas fuera de consigna en modo calefacción con edificio ocupado	182	155
Horas fuera de consigna en modo refrigeración con edificio ocupado	225	919
Tiempo de ocupación sin confort de acuerdo a ASHRAE 55-2004	1.283	247,5

Tabla III. Evaluación de confort para los dos casos modelados.

En el caso B, se aprecia una mejora significativa del confort a expensas de un importante incremento del consumo anual. La siguiente gráfica muestra la situación en un día extremo de invierno cuando se regula de acuerdo a las consignas del caso A.

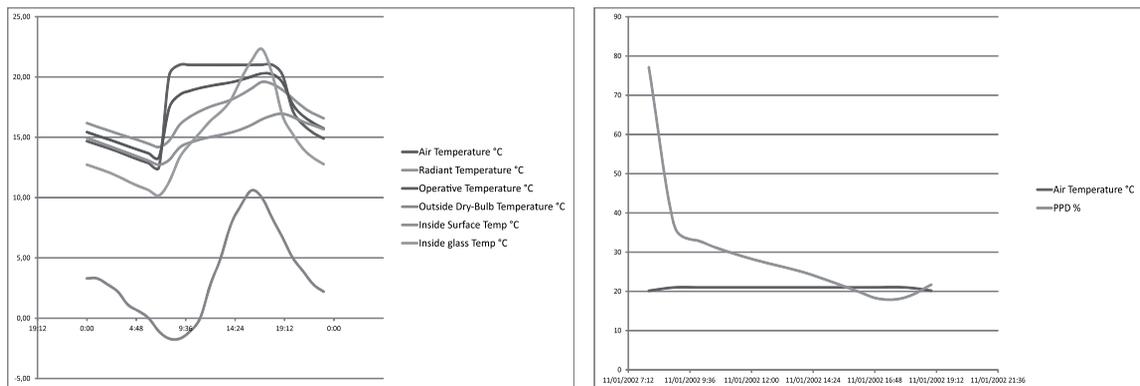


Figura 3. Gradiente de temperatura generado en el interior del local durante un día de invierno.

Si bien la temperatura seca del aire se mantiene a 21°C a lo largo de la jornada, el valor de la temperatura operativa es significativamente más bajo debido a la influencia de la fría superficie interior del vidrio que condiciona una temperatura media radiante entre 15°C y 20°C a lo largo del día. La pérdida de confort es importante. Para combatir el disconfort el usuario actúa sobre la temperatura seca, aumentándola en invierno y reduciéndola en verano. De acuerdo a la simulación el efecto es más pernicioso en la temporada fría.

4. LAS POSIBILIDADES DE LOS SISTEMAS DE BAJA EXERGÍA EN LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN

Las instalaciones de baja exergía trabajan con temperaturas próximas a las del ambiente, obteniendo un mayor rendimiento en los sistemas de producción y facilitando la

combinación con fuentes de energía renovable. Entre las diferentes tipologías destacan aquellas que posibilitan el control de la componente radiante.

La Figura 2. muestra el elevado consumo energético al definir la consigna de regulación a partir de la temperatura operativa sin establecer un control apropiado del rango de variación de la temperatura radiante. Para demostrar las capacidades de los sistemas “Low-Ex” se ha implementado en el modelo de simulación un sistema radiante convencional (CASO C) con una consigna idéntica al CASO B, anteriormente expuesto.

	Caso B	Caso C
	Horas	Horas
Ocupación	3.132	3.132
Horas fuera de consigna en modo calefacción con edificio ocupado	155	128,5
Horas fuera de consigna en modo refrigeración con edificio ocupado	919	428
Tiempo de ocupación sin confort de acuerdo a ASHRAE 55-2004	247,5	132

Tabla IV. Evaluación de confort en un recinto climatizado mediante un sistema convencional (CASO B) y un sistema Low-Ex (CASO C). Regulación por temperatura operativa.

A efectos comparativos, a continuación se representan los datos de temperaturas y confort obtenidos para el mismo día que aparece en la Fig. 4.

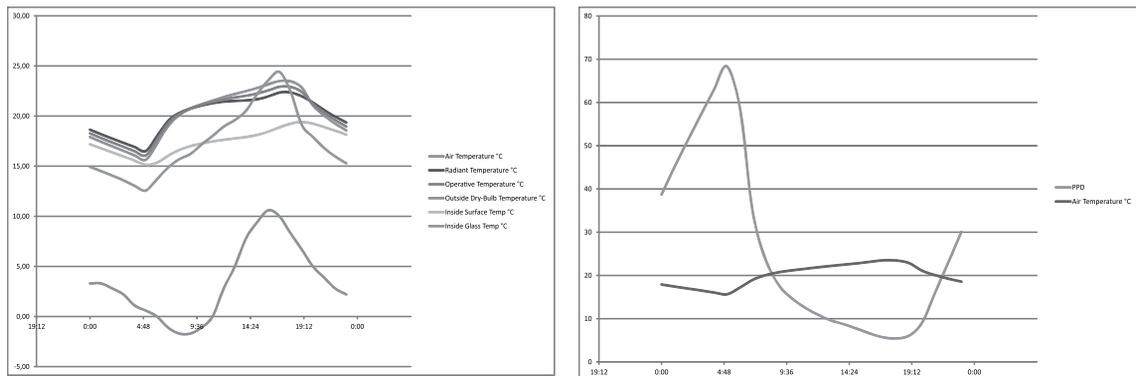


Figura 4. Gráficas representativas del confort y las temperaturas interiores con sistemas radiantes regulados por temperatura operativa

Se puede comprobar que el control de la temperatura no es tan preciso, debido a las inercias del sistema; pero el confort mejora de forma evidente. Por otra parte el consumo en modo calefacción (1.613 kWh/año), incluso controlando la temperatura operativa, resulta ligeramente inferior al del caso A. No se ha realizado una comparación en modo refrigeración, donde también se esperan mejoras.

5. CONCLUSIONES

El análisis de capacidades de los sistemas “Low-Ex” alta temperatura de refrigeración y baja temperatura de calefacción permite establecer las siguientes conclusiones:

- Los responsables de las instalaciones de acondicionamiento no deben perder de vista el principal objetivo para el que han sido implementadas, el confort. Una vez garantizado, los esfuerzos deben dirigirse a la gestión de los recursos energéticos.
- Una situación de disconfort generalizada conlleva una modificación de las consignas en los termostatos por parte de los usuarios, con la consiguiente penalización energética. Sin embargo no debe obviarse que el descenso de la productividad tiene una mayor influencia sobre el ciclo de vida del edificio, especialmente en oficinas.
- El control de la componente radiante mediante un diseño constructivo y pasivo adecuado y la optimización de la envolvente debe ser prioritario. Asegurar el confort, sin regular el impacto que tiene las fluctuaciones de la temperatura media radiante, “dispara” el consumo. Los sistemas de baja exergía controlan esta variable, empleando niveles térmicos próximos a los del ambiente.
- Las instalaciones “Low-Ex” aseguran niveles elevados de confort de acuerdo a la Norma ISO 7730 y aumentan rendimientos en los equipos de producción. De esta forma facilitan la reducción de consumos y la consecución de los objetivos de eficiencia propuestos por la Directiva 2010/31/UE
- Estas instalaciones permiten además una interesante combinación con fuentes de energías renovables y por otra parte presentan elevadas posibilidades de ser combinadas con sistemas inerciales de acumulación de energía, que permiten desacoplar la oferta y la demanda y reducir los consumos en horas punta

6. REFERENCIAS

OLESEN, B.W., SCHOLER, M., and FANGER.P.O. (1979).: “Vertical air temperature differences and comfort. In Indoor climate”. Danish Building Research Institute.

SCHMIDT D. and ALA-JUUSELA M. (2004).: “Low Exergy Systems for Heating and Cooling of Buildings). The 21st Conference on Passive and Low Energy Architecture.

TODTLI J. et al, (1970).: “Thermal Confort – Analysis and Application in Environmental Engineering, Technichal Press”.

TOM, S . (2008).: “Don´t Manage Energy. At the Expense of Comfort. People First”. ASHRAE Journal.

Sistemas eléctricos para el autoconsumo. SMLsystem

Jordi Renau, Luis Domenech, Víctor García, Nicolás Montés, Fernando Sánchez, Antonio Real, Daniel Tormo. Universidad CEU Cardenal Herrera. Miembros del equipo CEU Valencia Team para el Solar Decathlon Europe 2012.

Resumen: Tras la reciente desaparición de las primas asociadas a las energías renovables, cogeneración y residuos, las inversiones en nuevas instalaciones han sido completamente bloqueadas, pero parece que las nuevas tendencias hacia el Autoconsumo o lo que también se conoce como Balance Neto parecen reavivar la rentabilidad que veían los inversores. Es precisamente en las instalaciones fotovoltaicas donde apuntan todos los dedos, la sencillez y rapidez con la que se pueden ejecutar las hacen un aliado de aparición inmediata. Tanto *SMLhouse* como *SMLsystem*, los prototipos de vivienda de energía casi nula de la Universidad CEU Cardenal Herrera, integran en su diseño inicial los principios del autoconsumo o autoabastecimiento energético.

Área temática: Sistemas y tecnologías en el EECN

Palabras clave: Autoconsumo, Fotovoltaica, Balance Neto, Solar Decathlon Europe

1. ANTECEDENTES LEGALES

Para entender el hilo argumental o las discusiones que vamos a llevar a lo largo de esta breve comunicación, se hace necesario y obligatorio enumerar y describir de forma breve la normativa y legislación sobre la que constantemente flotamos y que en los últimos 3 años está cambiando constantemente, con previsión de más cambios.

Desde Europa la reglamentación o las directrices son siempre fomentar las energías renovables dentro del mix energético que componen nuestras redes. La decisión de incrementar las fuentes de energía renovable tiene principalmente un coste económico, por esa razón, la reglamentación de unos años a ahora se ha hecho teniendo en cuenta la necesidad de compensar dicho encarecimiento haciendo la tecnología rentable por medio de primas y retribuciones especiales, que como bien sabemos son motivo de controversia.

La Directiva 2001/77/CE de 27 de septiembre es parada obligatoria, en ella se trata desde Europa la necesidad de fomentar la energía eléctrica de origen renovable. En España se transpone parcialmente por el RD 661/2007 de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial, el cual a su vez deroga el RD436/2004 de 12 de marzo, para la actualización jurídica y económica de la producción en régimen especial. Actualmente la citada directiva ha sido derogada por la 2009/28/CE de 23 de abril, relativa al fomento del uso de la energía procedente de fuentes renovables, que también deroga la directiva 2003/30/CE de 8 de mayo, por la que se trataba de fomentar los combustibles de origen renovable en el transporte, es decir, se está tratando de unificar la política energética.

El citado RD 661/2007 hace referencia únicamente a las instalaciones de producción eléctrica que pueden acogerse al régimen especial. Clasifica las tecnologías y detalla las retribuciones y primas especiales a percibir por dichos productores en régimen especial.

Estas medidas retributivas derivaron en un rápido crecimiento en el sector de la energía fotovoltaica, lo que motivó la necesidad de modificar las retribuciones y primas por medio del RD 1578/2008 de 26 de septiembre, motivados también por la modificación de las formas de instalación, a saber, la *integración arquitectónica de la fotovoltaica*. También ponía cota al crecimiento anual de la potencia instalada, como medida de contención al desmesurado crecimiento, tratando de favorecer estas nuevas formas de instalación.

En lo que actualmente llaman coyuntura económica, el sistema de retribuciones y primas al régimen de producción especial se muestra especialmente complicado de soportar. Se publica el RDL 6/2009 para poner cota y límite al déficit tarifario en 2013, no obstante, la variación de las perspectivas económicas generan una duda lo suficientemente grande como para tomar medidas bastante más restrictivas. Motivado por esto se ha elaborado muy recientemente el RDL 1/2012 de 27 de enero, por el que se suspende tanto los procedimientos de asignación como los incentivos para las nuevas instalaciones tanto de cogeneración como de renovables y residuos. Bloqueando “temporalmente” el sistemas de retribuciones al régimen especial, no obstante se abren las puertas a otros sistemas de medición y de instalación, adelantando: balance neto.

La derogación de las directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE por la 2009/28/CE supone un cambio en los objetivos de la Europa comunitaria. Esta directiva es transpuesta en parte por el RD 1699/2011 de 18 de noviembre por la que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia, este Real Decreto es una sustitución del RD 1663/2000 de 29 de septiembre que únicamente regulaba la conexión de instalaciones fotovoltaicas, incluyendo ahora tanto la cogeneración como la revalorización de los consumos en un mismo decreto.

Debido a que el RD 1699/2011 es anterior al RDL 1/2012, todavía se mantiene el concepto de retribución por producción en régimen especial. En la exposición de motivos se describe de la necesidad de desarrollar procedimientos administrativos resumidos y simplificados para la conexión de instalaciones de pequeña potencia; tanto instalaciones de renovables, biomasa o revalorización de residuos de menos de 100kW, como instalaciones de cogeneración o biomasa de hasta 1000kW. Modificando respecto al anterior RD la posibilidad de conexas en un mismo punto en el que se realiza un suministro, así como en una instalación interior de usuario. Comienza a entreverse el concepto de autoconsumo¹.

2. EXPOSICIÓN DE MOTIVOS: SOLAR DECATHLON EUROPE

La Universidad CEU Cardenal Herrera se presentó como participante en la primera edición del Solar Decathlon Europe 2010, obteniendo unos resultados muy satisfactorios, de los cuales los más significativos fueron: *1^{er} Premio en Industrialización y viabilidad de mercado*; *3^{er} Premio en Diseño Arquitectónico* y los *4^{os} en Ingeniería y Construcción*, en sistemas solares, con diferencias muy reducidas de puntuación en los sistemas solares el resultado fue el 7^o. En resumen, la Universidad CEU Cardenal Herrera, con su prototipo *SMLhouse* quedó la *9^a clasificada* de un total de 17 Universidades con una puntuación de 736 sobre 1000 puntos.

¹ Hablar de autoconsumo podría dar problemas de comprensión, lo mantenemos aunque quizás el término podría entenderse mejor si se hablara de autoabastecimiento.



Figura 1. *SMLhouse. Prototipo de vivienda industrializada Universidad CEU Cardenal Herrera. Solar Decathlon Europe 2010.*

Con este empujón, presentarse a la siguiente edición con ganas de superación surgió la misma noche de la ceremonia de clausura, dos meses después el *CEU Valencia Team* se convertía en participante oficial del **Solar Decathlon Europe 2012**.

Los éxitos en industrialización y viabilidad, debidos en su totalidad a las líneas de investigación en el tema existentes en la Escuela Superior de Enseñanzas Técnicas motivan la clara línea de la segunda propuesta: *SMLsystem*. Pero esta es otra historia...

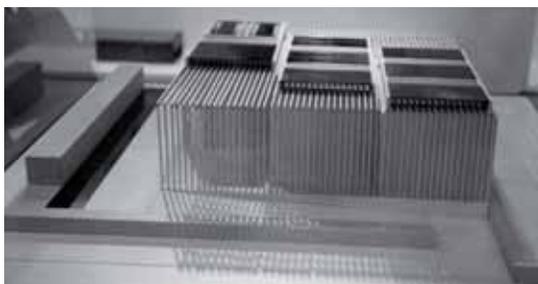


Figura 2. *SMLsystem. Maqueta del nuevo prototipo de la Universidad CEU Cardenal Herrera. Solar Decathlon Europe 2012.*

3. LA LÓGICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO

El *Solar Decathlon Europe 2010* se celebró en Junio de 2010, por lo que el RD 1699/2011 no había sido aprobado todavía, no obstante los principios de funcionamiento en los que se basa ya aparecían entrevistados dentro de las normativas del concurso.

Adoptado desde las normativas norte americanas, el Net Metering o Balance Neto se presenta como una posibilidad de funcionamiento para las instalaciones de producción energética en régimen especial.

Entender el concepto de Balance Neto es importante para conocer el sistema eléctrico propuesto. Desglosemos un ejemplo sencillo.

Como sucede normalmente, en una vivienda normal, sin producción eléctrica, la energía eléctrica consumida de la red eléctrica se paga a tarifa de mercado, es decir, según el contrato de tarifa firmado por el consumidor, tal y como se ha hecho los últimos 30 años.

Imaginemos ahora que tenemos la misma vivienda a la que hemos instalado unos módulos solares fotovoltaicos (por decir una tecnología).

Según el nuevo RD 1699/2011 se nos permite conectar dicha instalación fotovoltaica a la misma red interior, es decir, a los cables que servían para conducir la energía eléctrica desde la red de distribución hasta la vivienda.

De ésta manera, la vivienda se convierte en una *productora de energía eléctrica*.

Hasta aquí *todo* está reglamentado, el siguiente paso del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio es reglamentar que hacer con esa energía que ha producido la vivienda.

De unos años atrás, la energía producida por el régimen ordinario se vendía íntegramente a la red eléctrica, percibiendo por la energía un valor superior al valor de ésta en régimen ordinario, tal y como ya hemos expuesto en la introducción. La nueva situación plantea el llamado Balance Neto:

La vivienda productora consumirá la energía que ella misma produce y su excedente lo “cederá” a la red de distribución para poder consumirlo más adelante, es decir, el productor no percibirá dinero alguno de su cesión a la red, sino una especie de crédito de consumo del que en teoría deberá abonar algo como un coste de “almacenamiento” en la red de distribución.

No obstante, el que no exista reglamentación sobre Balance Neto hace que cualquier comentario sea una mera especulación y más teniendo en cuenta el RDL 1/2012, que hace virar por completo las políticas. Por tanto, nuestra intención en la presente comunicación es exponer la solución adoptada para la participación de forma competitiva en la competición Solar Decathlon Europe 2012 (en adelante SDE2012).

Entendido el concepto de Balance Neto (en adelante BN), la instalación que a continuación pasamos a describir parece tener una estructura compleja, pero de funcionamiento sencillo.

4. EL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA SMLHOUSE

El prototipo presentado en la edición del 2010 tenía como objetivo cumplir con la normativa y tratar de ganar la máxima puntuación en la competición.

La totalidad de los puntos disponibles en el balance eléctrico (que es como se conoce a la prueba en cuestión) implicaba participar en tres sub-pruebas.

1. Autonomía eléctrica: producir una mínima cantidad de energía excedentaria, en función de análisis anuales, que para el mes de Junio se estima en 40 kWh.
2. Máxima producción: puntuación otorgada al que mayor número de kWh inyecta a la red de distribución al final de las semanas de concurso. Esta es una prueba que ha sido eliminada en la edición SDE2012 por venir heredada del Solar Decathlon original, en los EEUU.
3. Consumo-Generación: evalúa la capacidad de autogestión eléctrica, es decir, a lo largo de un periodo de tiempo de medida, evalúa la capacidad de ser autoconsumidor de energía.

Atendiendo por tanto a las necesidades de máxima producción y autoconsumo, la propuesta que trataba de solucionar el conflicto es la que se presenta en la figura 3.

Una instalación de conexión a red y una instalación “aislada” conviviendo juntas.

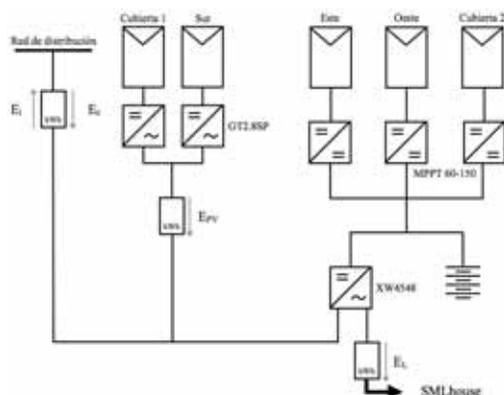


Figura 3. Sistema eléctrico SMLhouse.
Universidad CEU Cardenal Herrera.
Solar Decathlon Europe 2010.

Para la conexión a red se disponía de una superficie en cubierta con 2700 Wp en tecnología monocristalina (Sunpower) y una fachada de 1500 Wp de silicio amorfo (Onyx Solar). Esta instalación estaba continuamente conectada a la red eléctrica por medio de dos inversores GT2.8SP de Schneider Electric (Xantrex), por tanto, la producción de los mismos se inyectó constantemente a red, tratando de maximizar la producción eléctrica.

En el lado contrario de la instalación, teníamos lo que llamamos el “gestor energético”, un equipo también de Schneider Electric (Xantrex) que es en realidad un cargador/inversor. Durante la fase de concurso el cargador de baterías estaba deshabilitado, únicamente permitiendo la carga de la misma desde la instalación fotovoltaica.

Una cubierta diferente con 3000 Wp, 400 Wp en este y 900 Wp en oeste, cada uno a través de un regulador DC/DC independiente comunicado a través de un bus con protocolo propio con el “gestor energético” de forma que cuando las baterías se cargaban por completo, la energía excedentaria se inyecta a red. Y por supuesto, en todo momento el “gestor energético” mantiene alimentada la SMLhouse. Mantener una línea eléctrica se hace necesario por condiciones de seguridad y de evacuación del excedente, sin embargo, la capacidad de gestión es tal que permite trabajar como si de una instalación aislada fuera.

5. EL FUNCIONAMIENTO

En las siguientes figuras (4 y 5) se puede observar el funcionamiento de la instalación en un día tipo. Son curvas de potencia instantánea medidas cada 5 minutos extraídas desde los contadores de energía provistos por la organización del SDE2010.

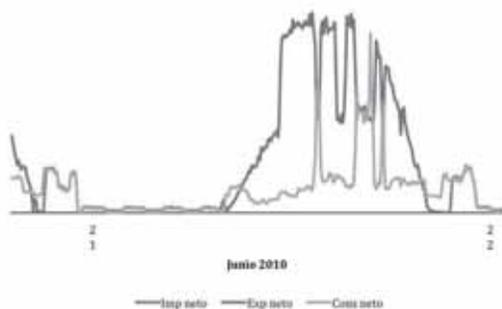


Figura 4. Un día tipo en SDE2010

A la izquierda de cada gráfica, de arriba abajo: exportación a red, consumo e importación de red

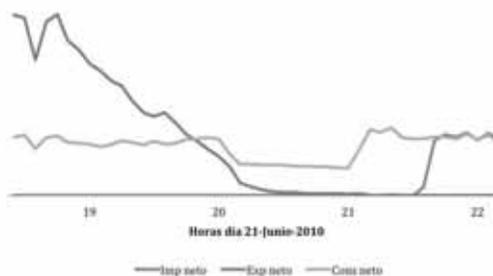


Figura 5. Suministro de baterías

La curva de exportación (la más grande) es la inyección a red de los excedentes, se aprecia al inicio de la curva una tendencia de la clásica curva de producción fotovoltaica, a la que de repente se le suma un considerable incremento de potencia, ese segundo término es el excedente de baterías, que a través del “gestor energético” se entrega a red. Durante las primeras horas de la mañana no se dispone de excedente ya que es necesario recargar la parte de baterías que fue consumida durante la noche.

Cuando hay un exceso de demanda, el sistema de gestión bloquea la inyección y destina toda la energía al autoconsumo, dejando entrever la curva inicial del sistema de conexión a red, en el caso de un consumo todavía más elevado, el “gestor energético” permitiría la entrada de energía desde la red de distribución, o bien desde el sistema de conexión a red si hay energía disponible.

Las mediciones de concurso en correlación generación-consumo se realizaban en una determinada franja de tiempo, fuera de ella, por razones de eficiencia energética, el uso de baterías carece de sentido y por tanto es más eficiente importar energía desde la red de distribución. Tal y como se puede ver en la figura 5, a pesar de haberse dejado de producir energía (no hay sol), todavía no es necesaria la importación de energía, es decir, el consumo es soportado por las baterías.

6. SMLSYSTEM: UN AVANCE

Al cambiar las normas relativas al balance eléctrico en el SDE2012 cambia la estrategia de trabajo.

Respecto a las sub-pruebas, continúan siendo tres, pero desaparece la sobre-producción.

1. Autonomía eléctrica: según las simulaciones energéticas, para el mes de septiembre, es decir, el mes de competición, la producción eléctrica se evalúa en 10 kWh excedentarios.
2. Generación-Consumo: idéntico al de la edición anterior: autoconsumo
3. Consumo de energía por área de superficie ocupada: prima la eficiencia energética del diseño de la vivienda.

La instalación ya no necesita de una elevada cobertura solar, únicamente la necesaria para lograr un balance neto anual lo más próximo a cero posible, manteniendo la gestionabilidad que nos facilitan los sistemas de acumulación, a pesar de no estar contemplados por la normativa.

Y hasta aquí puede contarse, la competición Solar Decathlon Europe 2012 está en marcha...

Presentación de resultados del funcionamiento de instalaciones de bomba de calor geotérmica en España

Alejandra González Ruiz, Jordi Oter Roig – Gas Natural Fenosa

Resumen: Gas Natural Fenosa está llevando a cabo el proyecto Gaia-D centrado en validar la fiabilidad, elevada eficiencia y rentabilidad de las instalaciones de climatización con bomba de calor geotérmica a fin de dotar al mercado de las condiciones y confianza necesarias para su desarrollo e implantación. Para ello se han instalado y monitorizado el funcionamiento de instalaciones geotérmicas de diferentes gamas y tamaños, en diferentes zonas climáticas y diferentes tipologías de edificios, obteniéndose resultados que validan la conveniencia, tanto técnica como económica, de utilizar esta tecnología para climatización de edificios. A fin de facilitar la penetración de esta tecnología en el mercado, Gas Natural Fenosa, a colación de los resultados obtenidos del proyecto Gaia-D, ha desarrollado y lanzado el producto de Climatización Renovable con Geotermia, que permitirá al mercado acceder a un sistema de este tipo ya que incluye financiación. Esto permitirá alcanzar un ratio de grado de penetración / tiempo de instalación elevado, y, consecuentemente, a conseguir reducir las emisiones derivadas de los sistemas convencionales.

Área temática: V Sistemas y Tecnologías en el EECN, VI Integración de Energías Renovables en el EECN

Palabras clave: geotermia, climatización, monitorización, eficiencia, financiación.

1. PRESENTACIÓN Y OBJETIVO DEL ARTÍCULO

El Plan de Proyectos Demostrativos GAIA-D, consistente en la monitorización de instalaciones de bomba de calor geotérmica (en adelante, BCG), se enmarca dentro del Plan de Desarrollo de la BCG en España que Gas Natural Fenosa (en adelante, GNF) está llevando a cabo en colaboración con GNF Engineering y el Centro Tecnológico de Eficiencia y Sostenibilidad Energética EnergyLab. En base al análisis de los indicadores técnicos, económicos y medioambientales obtenidos, se está configurando una visión de conjunto de la tecnología y del sector en España.

De entre las tecnologías que promueven la eficiencia energética y los edificios de energía casi nula en el sector de la climatización, a la luz de los resultados obtenidos del proyecto de monitorización, GNF, ha decidido apostar fuertemente por la BCG por su alto potencial como alternativa a otras fuentes energéticas. En esta línea, GNF acaba de lanzar al mercado de su Solución de Climatización Renovable con bomba de calor geotérmica.

En este documento, GNS presenta el proyecto Demostrativo GAIA-D (la metodología seguida así como los resultados obtenidos) y el producto de climatización renovable.

2. PROYECTO DEMOSTRATIVO GAIA-D

El proyecto GAIA-D tiene dos objetivos principales: busca demostrar la fiabilidad y la rentabilidad de instalaciones reales con BCG, y además tiene una vocación divulgativa y de difusión de la tecnología a fin de lograr su penetración en el mercado como una solución para climatización eficiente, renovable y económicamente viable.

2.1. Inventario de instalaciones

Se dispone de un total 43 instalaciones monitorizadas, que pueden clasificarse según diversos criterios:

- cuatro tipos de clima
- cuatro tipos de edificio a climatizar
- dos gamas de BCG
- tipo de demanda del edificio climatizado
- tipo de captador geotérmico: vertical y horizontal

De forma que, las instalaciones de BCG monitorizadas se distribuyen de acuerdo al reparto mostrado en las siguientes figuras:

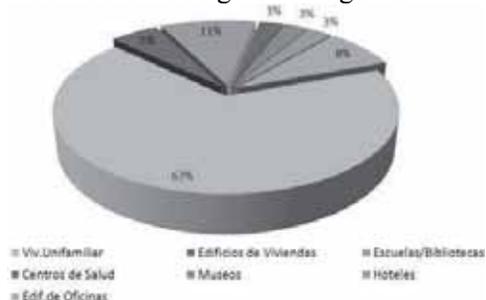


Figura 1. Distribución de las instalaciones función de la tipología de edificio.

Figura 2. Ubicación de las instalaciones

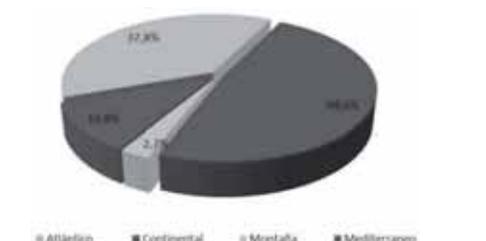


Figura 3. Distribución de las instalaciones por clima.

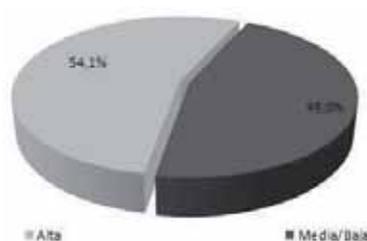


Figura 4. Distribución de las instalaciones del por gama de BCG

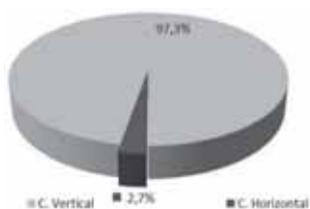


Figura 5. Distribución de las instalaciones por tipo de captación geotérmica empleada.

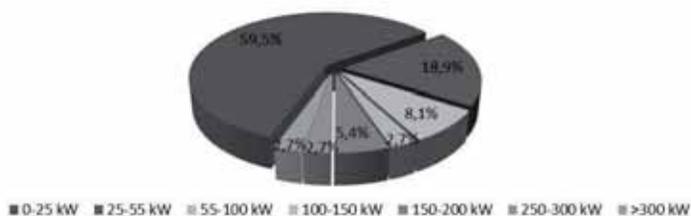


Figura 6. Distribución de las instalaciones por rango de Potencia inst.

2.2. Sistema de adquisición de datos

Se determinaron las variables e indicadores técnicos y medioambientales necesarios para realizar los análisis:

- Horas de funcionamiento del sistema de BCG.
- Demandas térmicas de calefacción, ACS y/o refrigeración.
- Consumo eléctrico del sistema de BCG.
- COP y EER estacionales.
- Ratio de arrancadas del compresor de la BCG por hora de funcionamiento.
- Comportamiento del captador geotérmico, en términos de:
 - o Temperaturas de trabajo del fluido caloportador.
 - o Potencia y energía térmica intercambiada con el subsuelo.
- Parámetros ambientales, en términos de temperatura interior y exterior.
- Ahorros del sistema de BCG frente a otros sistemas convencionales, en términos:
 - o Energéticos.
 - o Medioambientales (emisiones de CO₂ evitadas).

En un servidor central se almacenan los datos y se obtienen, a partir de un software específicamente diseñado para este proyecto, los indicadores técnicos y medioambientales de cada instalación geotérmica.

2.3. Sistema de tratamiento de datos

Se ha facilitado acceso al software propio de tratamiento de datos a todas las empresas y particulares/usuarios integrantes del Proyecto GAIA-D, para el seguimiento del comportamiento de sus instalaciones. Se pueden visualizar (y descargar en formato excel) los valores registrados de manera diezminutal de todas y cada una de las variables medidas en la instalación: temperaturas, caudales y potencias/energías térmicas y eléctricas. Los indicadores que se pueden obtener para cada una de las instalaciones son horas de funcionamiento del sistema, COP y EER estacionales de máquina e instalación, costes de generación y emisiones de CO₂.

2.4. Resultados obtenidos

Para validar la eficiencia de esta tecnología se han analizado los siguientes indicadores, en **valores medios** (desde el momento de puesta en marcha del sistema de monitorización en cada instalación hasta finales de 2011):

Indicadores		Sector residencial		Sector Terciario	
		Calefacción	Refrigeración	Calefacción	Refrigeración
CO _{Pest1}		4,00		3,68	
CO _{Pest2}		3,55		3,35	
EE _{Rest1}			3,46		3,48
EE _{Rest2}			3,04		3,11
Ahorro energético BCG vs... (%)	Caldera de GN	74,6		73,1	
	Caldera de Gasóleo C	74,6		73,1	
	Caldera Eléctrica	73,2		71,6	
	Caldera de Propano	74,6		73,1	
	Bomba aire- agua		34,2		35,7
Ahorro emisiones CO ₂ BCG vs... (%)	Caldera de GN	58,9		56,5	
	Caldera de Gasóleo C	69,8		68,0	
	Caldera Eléctrica	73,2		71,6	
	Caldera de Propano	63,9		61,8	
	Bomba aire- agua		34,2		35,7

Tabla 1. Indicadores obtenidos rendimientos y ahorros.

Se han analizado también los parámetros que proporcionan información sobre el diseño y el funcionamiento de las instalaciones (horas de funcionamiento, temperaturas de entrada y salida del fluido geotérmico, arrancadas/paradas del compresor...):

SECTOR RESIDENCIAL (invierno)					
Parámetro	Uds.	Promedio C. Atlántico	Promedio C. Continental	C. Mediterráneo	Promedio C. Montaña
T ida fluido geotérmico	°C	8,3	7,7	8,0	6,0
T retorno fluido geotérmico	°C	6,0	5,1	5,2	3,0
Ratio caudal por kW térmico interc. con el subsuelo	(l/h)/kW	254,5	238,7	219,2	308,8
Ratio ON/OFF del compresor por hora de fcto.	ON-OFF/h	2,8	4,1	6,7	4,8

SECTOR RESIDENCIAL (verano)					
Parámetro	Uds.	Promedio C. Atlántico	Promedio C. Continental	Promedio C. Mediterráneo	Promedio C. Montaña
T ida fluido geotérmico	°C	-	20,1	26,5	18,0
T retorno fluido geotérmico	°C	-	24,5	29,2	23,0
Ratio caudal por kW térmico interc. con el subsuelo	(l/h)/kW	-	395,3	245,0	253,7
Ratio ON/OFF del compresor por hora de fcto.	ON-OFF/h	-	6,7	7,9	6,5

Tabla 3. Indicadores obtenidos temperaturas fluido, caudal y ratio on/off compresor en residencial.

SECTOR TERCIARIO (invierno)		
Parámetro	Uds.	Promedio
T ida fluido geotérmico	°C	9,1
T retorno fluido geotérmico	°C	6,5
Ratio caudal por kW térmico interc. con el subsuelo	(l/h)/kW	282,9
Ratio ON/OFF del compresor por hora de fcto.	ON-OFF/h	4,2

SECTOR TERCIARIO (verano)		
Parámetro	Uds.	Promedio
T ida fluido geotérmico	°C	22,3
T retorno fluido geotérmico	°C	26,5
Ratio caudal por kW térmico interc. con el subsuelo	(l/h)/kW	354,7
Ratio ON/OFF del compresor por hora de fcto.	ON-OFF/h	2,1

Tabla 4. Indicadores obtenidos temperaturas fluido, caudal y ratio on/off compresor en terciario.

De forma general, se puede concluir que:

Los sistemas de captación están bien diseñados y dimensionados, ya que los ratios de temperatura del fluido geotérmico se mantienen dentro de los intervalos esperados.

La media de ON/OFF del compresor en algunos casos es muy superior al esperado (4/5). En estos casos, podría ser debido a que el sistema de acumulación de inercia está infradimensionado, especialmente en el sector residencial. Este comportamiento reduce la vida útil del compresor.

La ubicación geográfica de la instalación es menos influyente que una correcta caracterización del terreno (correcto diseño/dimensionamiento del sistema de captación) y de la demanda del edificio. La influencia del clima se puede apreciar en los ahorros ya que en zonas de clima extremo, a mayor demanda energética del edificio, mayor ahorro. Las bombas de calor de gama alta ofrecen rendimientos superiores, aunque no espectacularmente superiores, a los que consiguen las bombas de gama media-baja.

3. SOLUCIÓN DE CLIMATIZACIÓN RENOVABLE CON GEOTERMIA

GNF, apoyado en su fuerza comercial técnica y en proveedores altamente cualificados y de reconocido prestigio en el área de bombas de calor geotérmicas, ha lanzado el Plan de Comercialización (conocido como Plan GAIA) de instalaciones geotérmicas, que abarca tanto la promoción y divulgación de la tecnología BCG como la venta, instalación y operación de instalaciones con BCG para climatización y producción de ACS en el sector terciario (complementando así el mercado actual en España, básicamente desarrollado en el sector residencial).

La Solución de Climatización Renovable se ha definido con la siguiente estructura y prestaciones:



Tecnológicamente, el Plan GAIA se focalizará en instalaciones con captación vertical cerrada, por su mayor rendimiento y facilidad a la hora de disponer del espacio suficiente en las instalaciones de los posibles clientes (frente a las grandes extensiones necesarias para la captación horizontal).

En resumen, la Solución de GNF con BCG está diseñada de forma que:

- el coste de la instalación se anualiza de forma que el cliente no ha de realizar inversión.
- el coste de la Solución de GNF más el de la electricidad que consume la instalación será inferior a los costes de la instalación actual de gasóleo o electricidad
- al final de contrato con GNF, todos los ahorros que genera la BCG son para el cliente.
- GNF es el único interlocutor para el cliente, ya que asume y controla todas las fases del proyecto, desde el diseño, pasando por la ejecución, hasta el mantenimiento

4. CONCLUSIONES

Con la Solución de Climatización Renovable y su plan de comercialización, Plan GAIA, se da respuesta a las necesidades detectadas en el Proyecto GAIA-D:

Se dará a conocer la tecnología y los beneficios probados:

- Eficiente:** importantes ahorros energéticos y económicos que supone su utilización.
- Aprovecha un recurso **Renovable:** La mayor parte de la energía se obtiene del subsuelo.
- Respetuosa con el **medioambiente:** importantes ahorros de emisiones contaminantes

Se creará una infraestructura potente y de calidad para su comercialización, ejecución y operación a nivel masivo

Se facilitará el acceso a los clientes a esta tecnología sin necesidad de que realicen inversiones

Se ofrecerá seguridad y tranquilidad ante una nueva tecnología ofreciendo a los clientes la monitorización y el mantenimiento de sus instalaciones para conseguir los rendimientos esperados

Integración arquitectónica de energías renovables: Algo más que economía y estética

Pablo Carbonell Alonso. Ecoproyecta

Resumen: El propósito de esta comunicación es dar a conocer estrategias concretas de integración arquitectónica de instalaciones de energía renovable que logran beneficios añadidos para el edificio y sus usuarios más allá de la mera producción de energía limpia.

A la hora de incorporar una instalación de energía renovable a un edificio existen dos inercias o dos lecturas paralelas: la amortización económica y la integración estética. Estas dos lecturas no suelen cruzarse cuando vienen resueltas desde mundos distintos: el de la ingeniería y el de la arquitectura; lo cual genera una visión simplista del problema, y no permite aprovechar la oportunidad que supone la integración de estas instalaciones más allá de una perspectiva estética.

Cuestiones como la recogida y reutilización de agua de lluvia, el control de la radiación solar o el aislamiento térmico pueden trabajarse de forma coordinada en el diseño de instalaciones fotovoltaicas integradas en un edificio, de forma que la generación eléctrica de dicha instalación no sea el único beneficio que aporte, facilitando así llegar a un Edificio de Energía Casi Nula.

Área temática: VI. Integración de Energías Renovables en el EECN

Palabras clave: Integración Arquitectónica Energías Renovables

1. TEXTO PRINCIPAL

INTRODUCCIÓN: EL CAMBIO DE PARADIGMA ENERGÉTICO.

La directiva europea 2010/31/UE de Eficiencia Energética en los edificios supone un reto revolucionario en la forma de concebir la arquitectura y los edificios en los que habitamos. Dicho reto abre la puerta a un nuevo paradigma arquitectónico en donde los edificios ya no son solamente consumidores de energía, sino también productores. Esta puerta es en sí una oportunidad para entender el cambio de forma ambiciosa y proponer edificios que no sólo sean productores de energía, sino también acumuladores de agua de lluvia, captadores de viento, recicladores de residuos y en definitiva que sepan integrarse en los flujos naturales del entorno en donde se ubican. Esta concepción de arquitectura ecológica, entendida como la forma de concebir construcciones integradas en los ciclos naturales, es la que esta comunicación pretende defender como una vía hacia el edificio de consumo de energía casi nulo.

Las variables de esta arquitectura ecológica son demasiadas como para ser tratadas en esta comunicación, pero hay un tema fundamental y que tiene mayor peso específico en el caso que plantea la directiva europea, y se trata de la generación de energía en el propio edificio. Como más adelante se ejemplifica, la generación de energía puede y debe entenderse como algo compatible con otras estrategias que conducen a esa arquitectura ecológica, como son la gestión

de agua o las medidas bioclimáticas de reducción del consumo energético y el aumento del confort higrotérmico. Esta manera de pensar la generación energética dentro del edificio permite aportar una serie de beneficios añadidos al proyecto que van en pos de los objetivos de la directiva.

A la hora de incorporar una instalación de energía renovable a un edificio existen dos inercias o dos lecturas paralelas: la amortización económica y la integración estética. Estas dos lecturas no suelen cruzarse cuando vienen resueltas desde mundos distintos: el de la ingeniería y el de la arquitectura; lo cual genera una visión simplista del problema, y no permite aprovechar la oportunidad que supone la integración de estas instalaciones más allá de una perspectiva estética.

LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS: VERSATILIDAD.

En concreto las instalaciones fotovoltaicas son unas de las que permiten una mejor incorporación al diseño arquitectónico y además pueden integrarse perfectamente en ciertas estrategias bioclimáticas que mejoran los indicadores de sostenibilidad de un edificio, logrando aunar medidas de ahorro con medidas de producción energética. Esto es importante desde el punto de vista de la directiva de Edificios de Energía Casi Nula, dado que para conseguir este objetivo deben implementarse ambas estrategias: ahorro y producción (además de otras medidas que trascienden la mera edificación, como es la creación de redes distributivas). Por otro lado la incorporación de estrategias bioclimáticas hace que la amortización económica de estas instalaciones sea más rápida que con la mera generación energética, y esto es un dato aún más importante después del reciente Real Decreto Ley 1/2012 que elimina las primas a las renovables.



Figura 1. *Diferentes paneles FV: Capa fina de telurio de cadmio, células de silicio en vidrio-vidrio, panel convencional de silicio policristalino y vidrio con silicio impreso (fotografías de Pablo Carbonell).*

REDES DISTRIBUTIVAS: BARRIOS DE ENERGÍA CASI NULA.

Otro aspecto importante a tener en cuenta a favor de las instalaciones fotovoltaicas es que pueden integrarse en redes distributivas dentro de las propias ciudades, es decir, en los mismos lugares donde se consume dicha energía. Esto tiene una doble ventaja, por un lado acercar, por no decir asimilar, el foco de producción al de consumo, reduciendo pérdidas e infraestructuras de transporte y además democratizando al producción eléctrica. Pero no menos importante es el hecho de poder integrar las instalaciones en redes distributivas que repartan la energía generada que es prácticamente imposible considerar el Edificio de Energía Casi Nula como un elemento aislado del resto de una ciudad. De hecho el concepto en sí mismo podría considerarse que plantea una dificultad casi imposible de resolver, dado que es muy complicado que todos y cada

uno de los edificios de una ciudad puedan garantizar las condiciones de alta eficiencia energética. Sin embargo sí es posible plantear Barrios de Energía Casi Nula, en donde exista una sinergia entre diferentes edificios y/o espacios públicos, aportado la energía sobrante de unas instalaciones a los puntos deficitarios donde por cuestiones geográficas o de ubicación relativa (sombras) no es posible llegar a una producción adecuada.

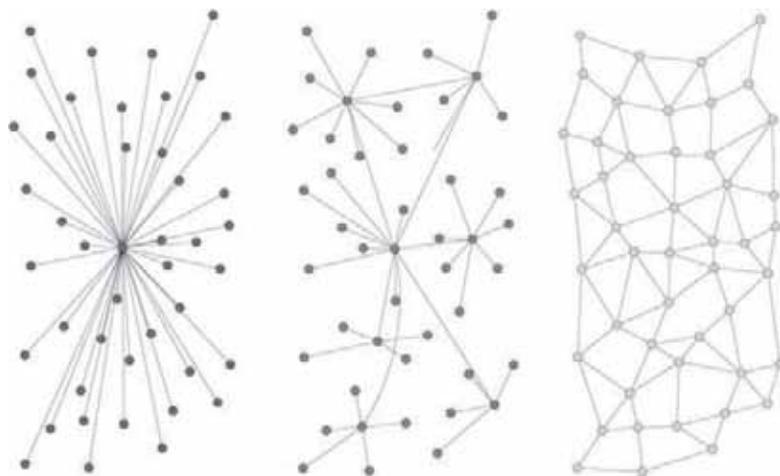


Figura 2. Tipologías de red: Centralizada, descentralizada y distributiva (fuente Wikipedia).

EL PROYECTO DE LA IMPRENTA REGIONAL DE MURCIA: EJEMPLO DE INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA DE ENERGÍAS RENOVABLES.

Un ejemplo concreto que puede ilustrar esta comunicación es la ampliación y reforma de la sede del Boletín Oficial de la Región de Murcia (BORM). Este proyecto ha recibido varios reconocimientos, a nivel tanto regional como nacional, destacando entre ellos el Premio Eurosolar 2010, la Mención Especial en los Premios Endesa 2011, o la Mención en los XVI Premios de Arquitectura de la Región de Murcia.

Cuando el BORM decidió realizar una ampliación y una redistribución de sus instalaciones en el año 2007, desde el primer momento vimos que esta oportunidad debía aprovecharse para ir más allá y resolver una serie de carencias bioclimáticas que tenía el edificio desde su origen, pero también para sacar el potencial de el diseño de Enrique Carbonell había ideado, para así acercar la Imprenta Regional al concepto de edificio sostenible. El acercamiento llevado a cabo para acometer los diversos problemas que plantea la construcción sostenible en el caso concreto de la Imprenta Regional se pueden resumir en estos puntos:

ENERGÍA RENOVABLE: INTEGRACIÓN COMO SUMA DE BENEFICIOS AÑADIDOS.

Se diseñaron 3 instalaciones independientes (parking trasero, sobre cubierta y sobre patio interior) para poder llegar a una potencia total de 100 kW. El reto de integración era complejo, pero lejos de ser un problema se aprovechó la oportunidad para sumar una serie de beneficios añadidos al diseño, más allá de la energía obtenida, y que por un lado mejoraran los indicadores de sostenibilidad del edificio y por otro amortizaran en menos tiempo la inversión realizada.

Algunos de los beneficios conseguidos mediante la integración de estas instalaciones son la recogida de agua de lluvia para su posterior reutilización, la reducción del exceso de radiación solar sobre el edificio y la creación de un microclima en el patio interior.

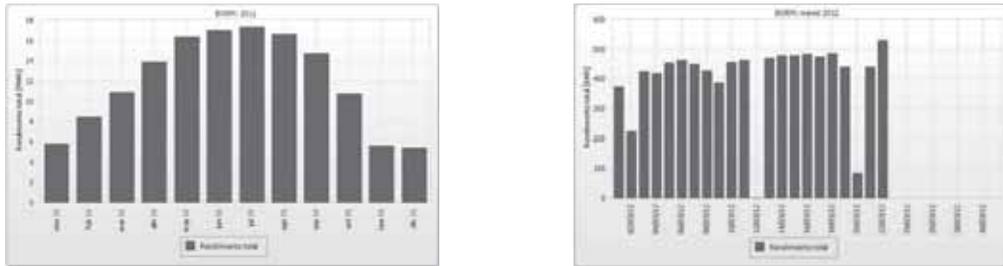


Figura 3. Producción de energía en el BORM. Gráfico mensual y diario (Fuente Sol Sureste).

GESTIÓN DEL AGUA: OBJETIVO DE CONSUMO CERO PARA EL AGUA NO POTABLE.

Este proyecto ha querido ser sensible al tremendo problema de escasez de agua que sufre todo el sureste español, intentando que toda la demanda de agua no potable se cubra sin aportación del suministro. Para ello, las pérgolas de la instalación fotovoltaica se han diseñado de manera que recojan el agua de lluvia y la acumulen en depósitos enterrados, pensados para cubrir los largos periodos sin lluvia de nuestra región.

EFICIENCIA ENERGÉTICA: UNA ÓPTIMA UTILIZACIÓN DEL RECURSO DEL SOL

El edificio del BORM presentaba mucha superficie acristalada en sus fachadas, lo cual creaba espacios iluminados y con vistas, pero con los inconvenientes climáticos del efecto invernadero, así como incomodidad por reflejos y exceso de radiación para los puestos de trabajo. Estos problemas se han solucionado creando filtros solares: por un lado la pérgola de vidrios fotovoltaicos sobre el patio interior, protegiendo los despachos que vuelcan al mismo; por otro las placas fotovoltaicas de cubierta, que colocadas horizontalmente crean una especie de cubierta ventilada, y por último las lamas orientables en las fachadas. Esta última operación además sirve para volcar las vistas hacia el patio interior y cerrarse más hacia un exterior ruidoso y degradado.



Figura 4. Exterior del edificio del BORM. Ampliación y actuación en fachada (Fotografía David Frutos).

CALIDAD AMBIENTAL: UN MICROCLIMA PARA EL PATIO INTERIOR

El patio interior se ha potenciado como corazón revitalizador del BORM, creando un jardín cuyo diseño está íntimamente relacionado con el **microclima** que la nueva piel fotovoltaica va a crear. Un microclima de menor radiación solar y mayor capacidad para retener agua y humedad, es decir, las características ideales para el bosque de ribera. Este es un ecosistema endémico de las cuencas fluviales mediterráneas. Es por tanto un **jardín frondoso pero autóctono y sin consumo de agua aportada**.

Como consecuencia de lo anterior el BORM disfruta de un patio interior que aumenta la **calidad ambiental** del edificio, tanto visual como físicamente. Este jardín generado gracias a las nuevas condiciones medioambientales de la piel fotovoltaica y los nebulizadores, mejorará las condiciones del aire, ayudará a regular la temperatura y humedad, y servirá para crear un entorno de trabajo más agradable.

Para potenciar la idea de patio como corazón del edificio se han volcado todos los puestos de trabajo hacia el interior, huyendo de un exterior poco amable, y se ha acondicionado el patio eliminando los obstáculos que antes lo hacían inhabitable, como las máquinas de aire acondicionado, que antes estaban dando al patio y ahora se han trasladado a la cubierta de los talleres. La nueva sala ampliada en planta baja se ha revestido de u-glass hacia la calle y de vidrio transparente hacia el patio. Mientras que en la planta superior se ha reorganizado el espacio para que haya una circulación continua en torno al patio.

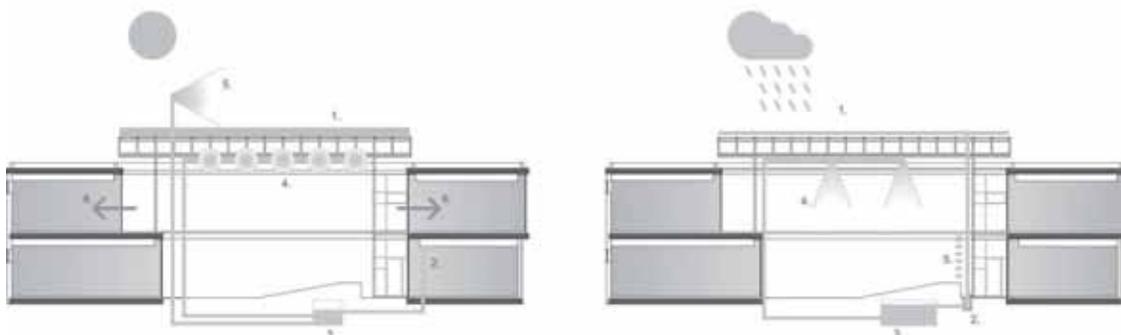


Figura 5. Esquemas bioclimáticos de funcionamiento del patio en condiciones de día soleado y de lluvia.

CONCLUSIÓN

Como se puede comprobar, y para concluir, los valores añadidos que aporta esta instalación son el resultado de su integración en el edificio. Queda claro que no hablamos de un concepto de integración reducido a sus aspectos puramente estéticos, sino al entendimiento de que el diseño de una instalación debe estar pensado para que funcione conjuntamente con la estructura a la que se adosa, sea ésta un edificio, una infraestructura para vehículos o un espacio urbano. Se debe por tanto dejar de pensar en términos de amortización de la inversión limitados a resultados de venta de energía, y buscar relaciones más complejas y beneficiosas que se encuentran potencialmente en la integración de las nuevas instalaciones de energía.



Figura 6. Imagen del patio interior del BORM, espacio donde convergen gran parte de las estrategias bioclimáticas y de integración arquitectónica de la instalación fotovoltaica (Fotografía David Frutos).

2. AGRADECIMIENTOS

Gracias al Boletín Oficial de la Región de Murcia por su apuesta por un entorno arquitectónico de calidad para sus trabajadores, a Sol Sureste SL, por entender que las instalaciones de energías renovables son algo más que una inversión económica y a Juan Miguel Martínez Saura por su apoyo como arquitecto técnico de la administración en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

3. REFERENCIAS

DANIELS, KLAUS (1997).: “The technology of Ecological Buildings”. Birkhäuser.

FALCÓN, ANTONIO (2007).: “Espacios verdes para una ciudad sostenible”. Ed. Gustavo Gili.

OLGYAY, VICTOR (1963).: “Arquitectura y clima”. Ed. Gustavo Gili.

Instalación solar térmica en un edificio multivivienda en Barcelona, ejecutada como ESE

Xavier Bogaña y Dan Bellver. Energía Renovable Solsolar S.L

Resumen: La presente comunicación tiene por objeto describir un caso real de ejecución de una instalación solar térmica (IST) llevada a cabo como ESE. Se trata de un edificio multivivienda (32 viviendas) construido en los años 70 y ubicado en Barcelona que dispone de un sistema de producción de ACS centralizado. Nuestra intervención ha consistido en instalar un sistema solar térmico en el espacio disponible en la azotea, colocando el resto de componentes en la sala técnica existente. Con dicho sistema estimamos reducir entre un 50 y un 60% el consumo de energía anterior (Gas Natural), una energía necesaria para alimentar las calderas que cubren la producción de ACS y el sistema de recirculación del edificio. Para el retorno de la inversión hemos firmado con la Comunidad de Propietarios un contrato ESE que incluye mantenimiento y garantía integral por un período de **seis años**, al término del cual la propiedad de la instalación pasará a la Comunidad de Propietarios. Como forma de pago de la instalación la Comunidad de Propietarios deberá abonar, en una cuota mensual, **únicamente** el ahorro real de combustible que se consiga sobre el histórico de consumo anterior a la instalación.

Área Temática: VI. Integración de Energías Renovables en el EECN.

Palabras clave: Amortización sólo con ahorro de combustible.

1. INTRODUCCIÓN

Nuestra empresa Energía Renovable Solsolar S.L. centra su actividad en la investigación y desarrollo de componentes para instalaciones solares térmicas (IST), así como en el diseño, instalación, seguimiento y mantenimiento de las mismas.

Con nuestros sistemas de IST logramos captar 1.250 kWh/m²/año en Barcelona (el 70% de la radiación solar anual a 45°), por lo que debido al escaso margen de mejora disponible podemos asegurar que estamos en disposición de ofrecer una **tecnología madura**.

Nuestra experiencia queda demostrada por las instalaciones ejecutadas desde el año 2008, todas con GRS (Garantía de Resultados Solares) y en algún caso actuando como ESCOs.

Durante nuestra vida comercial hemos comprobado que numerosos proyectos rentables no llegan a realizarse. A nuestro juicio las principales barreras que frenan al cliente a tomar la decisión de incorporar un SST son, aparte de la crisis financiera:

- 1) Barrera técnica: las malas referencias que éste tiene de otras instalaciones conocidas (No funcionará y por las referencias que tengo, me comportaré gastos y problemas)
- 2) Barrera económica: la desconfianza en la veracidad del potencial de ahorro-amortización de los cálculos presentados en los que se detalla la previsión de amortización de la inversión. (Puede que funcione más o menos, pero no la amortizaré en la vida.)

Dado que nuestros estatutos así nos lo permiten y con la intención de romper dichas barreras, en 2010, actuando como ESE, tomamos la decisión de realizar una serie de

instalaciones en edificios o equipamientos ya existentes, con las que poder demostrar el óptimo funcionamiento y la capacidad de ahorro de combustible y de retorno de la inversión de nuestras IST. Para la redacción del contrato y muy especialmente en la parte relacionada con la verificación del ahorro real de energía, estudiamos diferentes sistemas existentes (5Ps, EVO...), decidiéndonos finalmente por una fórmula más sencilla que podríamos denominar ANTES/DESPUES. El único inconveniente que se presentó es que dicha fórmula limitaba nuestra oferta únicamente a centros consumidores que reunieran unas características determinadas.

La IST que presentamos es la primera instalación que lleva a cabo nuestra empresa ejecutada como ESE (tenemos otros proyectos en cartera que esperamos culminar en breve plazo) y hemos querido cumplir escrupulosamente con las directivas que definen una ESE.

Prestar servicios energéticos: Prestamos servicios energéticos.

Asumir cierto riesgo económico al prestarlo: Asumimos todo el riesgo económico, puesto que nos comprometemos a que la IST se auto amortice en 6 años bajo nuestra cuenta y riesgo

Recibir en pago, en todo o en parte, con base a los ahorros: Todo el pago está basado en los ahorros.

El servicio energético debe conllevar un ahorro de energía verificable, medible o estimable: Nuestro ahorro de energía es perfectamente medible y verificable.

2. OBJETIVO

Nuestro objetivo, una vez tomada la decisión, fue localizar centros con un consumo térmico superior a 200.000 kWh/año, a ser posible homogéneo en el tiempo y que aparte de disponer de espacio suficiente para instalar nuestro SST, reuniera, con el fin de simplificar el contrato ESE con el cliente (queríamos una fórmula simple y que no dejara posibilidad de dudas en la contabilización de los ahorros reales posteriores a la instalación), las características siguientes: sistema centralizado de contabilización de la energía a sustituir y posibilidad de medición de las oscilaciones de consumo.

Propusimos realizar la IST en un edificio multivivienda de Barcelona con las siguientes características:

1) Viviendas: 32

2) Sistema de producción de ACS: Centralizado con tres calderas en cascada con una potencia total de 225 Kw que trabajan contra un acumulador de 2000 litros, dispone de un contador de Gas Natural exclusivo para las calderas de ACS así como de un contador de agua exclusivo para la alimentación del acumulador.

3) Consumo térmico comunitario: Producción de ACS más cuatro circuitos independientes de recirculación, con una media de consumo anual (2009-2010) de 301.750 kWh.

La propuesta de ejecución de la IST como ESE que se hizo a la Comunidad de Propietarios fue la siguiente:

1) Inversión. Nuestra sociedad se haría cargo del 80% del coste de la IST, y el 20% restante iría a cargo de la Comunidad, pues con los beneficios fiscales que le comportaría la inversión recuperaría con creces dicha aportación.

2) Periodo del contrato: 6 años.

3) Histórico de consumo. Se incluye en el contrato un histórico de consumo anterior a la IST con el objeto de que sirva de base de partida para el cálculo de los ahorros y que consiste establecer la media de consumo mensual de los dos años anteriores en kWh para la energía y m³ para el agua. Con esta base de partida la Comunidad se asegura que los próximos 6 años pagarán exactamente los mismos kWh de energía que los dos últimos años.

4) Forma de pago. Nuestra sociedad facturará cada mes **únicamente** la diferencia entre los kWh establecidos en la base de partida y los que facture la compañía suministradora de Gas Natural, al **mismo precio** que esta última. Este pago incluye **amortización, mantenimiento y garantía integral**.

5) Compensación por aumento o disminución de consumo. Una vez al año se regularizarán o no los ahorros producidos en función de las desviaciones con la base de partida en el consumo anual de agua; también se establece un consumo mínimo para asegurar la amortización.

6) Oferta de contrato de mantenimiento ESE a la finalización del contrato principal. A fin de despejar las dudas sobre la durabilidad en la operatividad de la instalación, decidimos incluir en el contrato un nuevo concepto: el contrato de mantenimiento ESE por el que nos comprometemos, una vez retornada la instalación a la Comunidad por haber vencido el contrato principal (6 años), a realizar su mantenimiento, obligándonos a que ésta mantenga los ahorros medios anuales de los primeros 6 años, ya que nuestra cuota de cobro (10% del ahorro anual) estará condicionada a su consecución.

La propuesta se debatió en una reunión de propietarios específica para decidir si se ejecutaba la IST con las condiciones antes mencionadas. Queremos destacar que durante la reunión un 25% de propietarios se mostraron contrarios a su instalación con argumentos como los antes señalados (no funcionará, nos traerá problemas y gastos como le pasa a un conocido mío, nunca se amortizará, etc.). A todos ellos les explicamos que no debían preocuparse, ya que todos los riesgos los asumía nuestra sociedad. Pero incluso así votaron en contra. Finalmente se aprobó por mayoría simple, no por **unanimidad**.

3. PRESENTACIÓN RESUMIDA DE DATOS Y RESULTADOS

El proceso de instalación se inició en agosto de 2010 y finalizó la primera semana de octubre de 2010 consistiendo en lo siguiente:

Estructura. Realización y montaje de una estructura metálica ejecutada a medida por un herrero con el fin de elevar el campo de captación y evitar las sombras proyectadas por los obstáculos existentes en la azotea.

Captadores. Instalación de 32 captadores con una superficie total de 64,64 m².

Acumulación. Instalación de dos acumuladores de 1.500 litros de capacidad cada uno, con sistema de calentamiento instantáneo y lanza de recirculación.

Sistema hidráulico. Dos grupos de impulsión en primario, dos grupos de impulsión en secundario, dos intercambiadores de calor, tuberías de primario y secundario de acero inoxidable aisladas con lana de roca y protegidas con chapa de aluminio.

Sistema de regulación y control. Estación de regulación solar, contador de calorías, sondas de temperatura, radiación y presión, y como control un sistema de monitorización con posibilidad de visualización remota de todos los parámetros de la IST.

En cuanto a los resultados, cabe recordar que la IST lleva funcionando sin problemas desde el 5 de octubre de 2011, y que si contabilizamos el ahorro acumulado hasta el 21 de marzo de 2012 (destacar que se trata del período del año más desfavorable para la energía solar), el resultado es un ahorro equivalente a 46.000 kWh. Lo que representa una disminución del consumo sobre el histórico de este periodo equivalente al 32%.

Adjuntamos una factura real presentada a la Comunidad de Propietarios en la que se observa que aparte del ahorro real del mes liquidado y con el mero interés de concienciar a sus miembros, facturamos otros conceptos no menos importantes sin compensación económica y al mismo tiempo lanzar la pregunta siguiente: ¿Es justo que nuestro kWh tenga el mismo valor que el de la compañía suministradora?

S. SOLAR ENERGIA SOLAR		FACTURA	
ENERGIA RENOVABLE SOLSOLAR S.L C.I.F: B65336034 C/Pere Calders 24 bis 08339 Vilassar de Dalt (Barcelona) Telefono 93 753 70 97 info@solsolar.cat		Nom: COMUNITAT DE PROPIETARIS Adreça: Barcelona N.I.F:	
DATA: 28 de novembre de 2011 FACTURA N°: REF : 1/72			
DESCRIPCIÓ	QUANT	PREU	TOTAL
AHORRO: kWh ahorrados IST mes de octubre (40%)	8.888	0,04551	€ 404,50
EMISIONES: kg de CO2 evitados por IST en octubre	1.866	0,00	
IMPORTACIONES: m3 de Gas Natural evitados de importar en octubre	757	0,00	
		SUBTOTAL	€ 404,50
		I.V.A 18%	72,81 €
		TOTAL	€ 477,31

Esta Comunidad de Propietarios en los próximos 6 años pagará en energía exactamente lo mismo que si no hubiera instalado la IST, a partir de entonces su coste energético anual disminuirá entre un 50 o 60% , serán propietarios de una IST que tendrá efectos en la revalorización de su propiedad, todo ello sin ningún **coste** y con beneficios sociales añadidos.

Ahorro de combustible anual: Entre 150.000 kWh y 180.000 kWh.

Reducción anual de emisiones: Entre 31.500 kg y 37.800 kg de CO2.

Reducción anual de importaciones de combustible: Entre 12.766 m3 y 15.320 m3 de Gas Natural.

4. CONCLUSIONES

Como conclusión queremos manifestar nuestro convencimiento que con actuaciones como la presentada podemos convertir uno de los grandes problemas que tiene el país, el consumo energético y su dependencia exterior, en una “mina de oro” que nos puede ayudar a solucionar otros graves problemas: paro, medioambiente, balanza comercial, etc.

Ojalá que nuestros políticos llegaran a la conclusión que **sólo con financiar** (adelantar) el importe de lo que deberemos gastarnos en energía durante unos pocos años,

tendríamos **desde el primer día** los beneficios económicos y sociales detallados, **sin ningún coste** ni para el ciudadano ni para el Estado.

Medioambiente: Mitigación del cambio climático, contribución al objetivo 20-20-20.

Industria y energía: Impulso a la creación de empresas de la llamada economía sostenible y disminución de la dependencia energética.

Sanidad: Efectos positivos en la salud pública por la reducción de emisiones.

Economía: Reducción del déficit en la balanza comercial debido a la importación energética, mejora de la competitividad (al evitar importaciones, podemos considerar cada instalación como una pequeña empresa exportadora).

Trabajo: Contribución a la creación de empleo estable.

En definitiva, se trata de actuaciones:

Rentables económicamente

Rentables socialmente

Rentables políticamente

5. AGRADECIMIENTOS.

Colaboradores:

Stefan Remke, Ingeniero especialista en hidráulica.

Marc Vallet, Ingeniero informático.

Marian Bogaña, Físico

Instituciones:

ICAEN: Anna Mundet

AGENCIA D' ENERGIA DE BARCELONA: Fermín Jiménez

El centro de recursos ambientales de Castilla y León: autoabastecimiento energético, con un *mix* de energías renovables

Jorge Guerra Matilla y Jesús Díez Vázquez. Fundación Patrimonio Natural de Castilla y León - PRAE

Resumen: El Centro de Recursos Ambientales (CRA) de Castilla y León es uno de los pocos edificios públicos en España que cuentan con *certificado de edificación sostenible* emitido por el IISBE. Esto lo convierte en una construcción equilibrada en el uso de los recursos naturales, y eficiente en la configuración de su demanda energética. Pero, para lograr que sea un Edificio de Energía Casi Nula (EECN) se ha diseñado cuidadosamente el sistema de abastecimiento energético, optando por un sistema mixto: placas solares fotovoltaicas, para el consumo de electricidad, y calderas de biomasa, apoyadas por placas solares térmicas, para la climatización. Sin embargo, como se demuestra en esta comunicación, todas las medidas técnicas que se implanten en una edificación, para mejorar su sostenibilidad, deben ir acompañadas de otras medidas pedagógicas destinadas a que los usuarios del edificio se impliquen en ello personalmente.

Área temática: Integración de Energías Renovables en el EECN

Palabras clave: Edificación sostenible. Energía solar. Pedagogía y educación ambiental.

1. INTRODUCCION

El PRAE (Propuestas Ambientales Educativas) es un complejo medioambiental de la Junta de Castilla y León, que sirve de enlace privilegiado entre la ciudad de Valladolid y la zona natural del Pinar de Antequera. El complejo lo forman dos ámbitos: un *Centro de Recursos Ambientales (2008)* y un *Jardín Ambiental (2010)*:

- El *Centro de Recursos Ambientales (CRA)*, sede de la Fundación Patrimonio Natural de Castilla y León, es un edificio que ordena sus 3.541,66 m² construidos en cuatro zonas: administración y gestión, información ambiental, educación ambiental y espacios expositivos. Cuenta con techos vegetales para protegerlo de las oscilaciones térmicas, lo que reduce su demanda energética. El uso del edificio se complementa con un parking para visitantes, en el que las marquesinas que protegen los automóviles incorporan paneles solares fotovoltaicos. En dicho parking, además, se ha instalado un punto de recarga para vehículos eléctricos, alimentado por energía solar.
- El *Parque Ambiental (PA)* reúne, en sus 40.000 m² de superficie, huertos educativos, invernaderos, representaciones de ecosistemas de Castilla y León, aulario, cafetería, auditorio y una laguna con puestos para pescar. Todo el recorrido del PA está diseñado sin barreras arquitectónicas, por lo que es completamente accesible.

En la construcción del complejo PRAE se han seguido tres criterios para el aprovechamiento eficiente de los recursos naturales: empleo de las energías renovables, mediante las tecnologías más avanzadas; aprovechamiento del ciclo del agua, a través de pavimentos drenantes, acequias de fitodepuración y técnicas de xerojardinería; y empleo de

materiales de construcción con una mínima huella ecológica, desde su extracción, producción, y uso, hasta la gestión de los residuos.

Dichos criterios han hecho que, desde un punto de vista energético, las instalaciones del CRA estén muy bien equilibradas, lo que ha permitido al edificio obtener el certificado IISBE (International Initiative for Sustainable Built Environment) de construcción sostenible.

Y junto al equilibrio, también es destacable la versatilidad en el diseño de dichas instalaciones, que permite incorporar con facilidad dispositivos complementarios para mejorar la eficiencia energética del edificio y adaptarlo a las nuevas exigencias legales, como la Directiva 2010/31/UE relativa a la Eficiencia Energética de los Edificios, o implementar un sistema de control domótico.

2. OBJETIVO Y LÍNEAS DE ACTUACIÓN.

El CRA es, actualmente, una edificación de alta eficiencia energética pero nuestro objetivo es superar el reto de consumir apenas energía, en un horizonte de menos de diez años.

Para lograrlo nos hemos marcado dos líneas de actuación complementarias. La primera es lograr el **autoabastecimiento** a partir de fuentes de energía renovables, en dos instalaciones: la *climatización* y la *producción eléctrica*. La segunda es aplicar, con rigor y disciplina, la **Estrategia Regional de Desarrollo Sostenible 2009-2014** de Castilla y León, en lo relativo a la máxima reducción de la *huella ecológica* producida por la generación de electricidad mediante el empleo de energías renovables y la *implicación de los usuarios* mediante hábitos sostenibles.

3. SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN.

a. Descripción:

La climatización frío-calor en el CRA se realiza a partir de la energía generada por dos calderas de biomasa forestal (*figura 1. Izqda.*), cuya materia prima tiene su origen en Castilla y León. El sistema de climatización distribuye un caudal variable de agua, con reguladores de frecuencia, y se organiza según el siguiente esquema de funcionamiento:

- a)- La producción de frío se realiza con un equipo de absorción, una enfriadora de compresión mecánica y dos torres de refrigeración asociadas;
- b)- La calefacción interior de las dependencias de oficinas se realiza mediante suelo radiante y climatizadores independientes;
- c)- La climatización de zonas comunes se realiza mediante fan-coils y climatizadores;
- d)- El sistema se completa con 66 captadores solares planos que generan 1.462 Kcal.



Figura 1: (Fotografía Izqda.) Detalle de las calderas de biomasa forestal; (Fotografía dcha.) Los captadores solares están en la cubierta del edificio.

b. Datos y resultados:

El conjunto de la instalación está gobernado por un BMS (*Building Management System*) que permite, en tiempo real y con acceso en remoto, regular los parámetros de funcionamiento de los equipos, establecer consignas de temperatura, diseñar un control rotatorio de bombeo, elaborar informes de caudales y temperaturas de servicio así como localizar averías en el sistema.

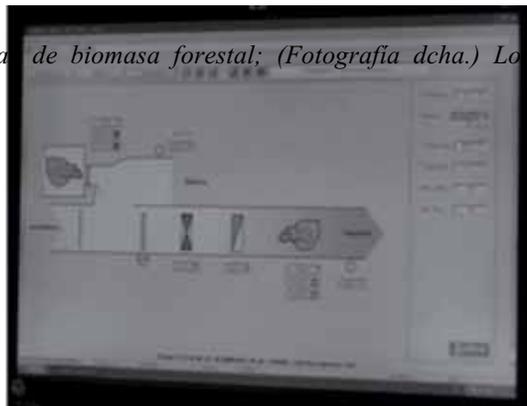


Figura 2: Ejemplo de pantalla generada por el BMS, implementado por SEDICAL.

4. SISTEMA DE PRODUCCIÓN ELÉCTRICA.

a. Descripción:

Para dar respuesta a la demanda eléctrica del CRA, merece atención especial la forma en que se aprovecha la radiación solar. Para ello, la captación se realiza a través de 30 marquesinas situadas en el parking de visitantes del complejo PRAE. Cada marquesina cuenta con 18 paneles fotovoltaicos de 130 W cada uno, que generan energía eléctrica (efecto fotovoltaico) en forma de *corriente continua*.

Esta energía es transformada en *corriente alterna* mediante un equipo denominado inversor, con dos aplicaciones: la principal es verterse a la red eléctrica del CRA (24 marquesinas); la complementaria es alimentar el punto de recarga para vehículos eléctricos (6 marquesinas), instalado por el Ente Regional de la Energía en el complejo PRAE.

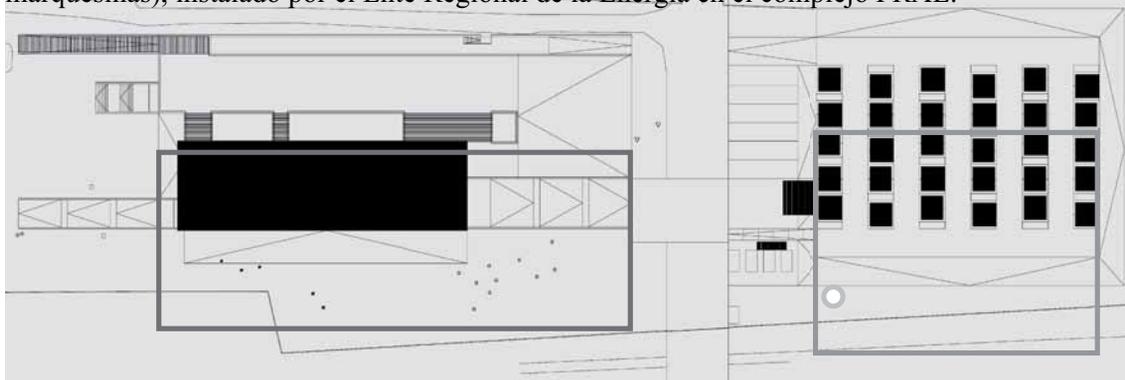
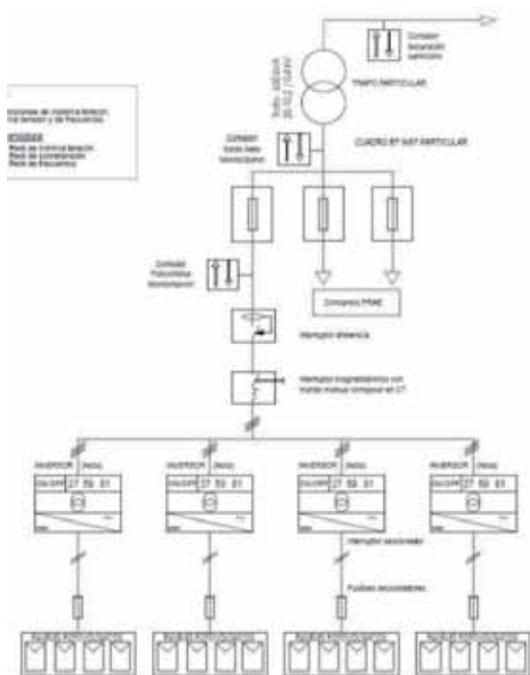


Figura 3: En el esquema se señala el edificio del CRA (cuadro rojo), con la planta de acceso semienterrada y la planta primera exenta; el parking de visitantes (cuadro azul), con las 30 marquesinas dotadas de paneles fotovoltaicos; y el punto de recarga (círculo amarillo) para vehículos eléctricos.

La instalación solar fotovoltaica se ha diseñado para obtener el mejor aprovechamiento de la radiación del sol, por lo que se han dispuesto los siguientes equipos:



NOTA:
 Protecciones de máxima tensión, mínima tensión y de frecuencia.
Nomenclatura:
 27: Relé de mínima tensión
 59: Relé de sobretensión
 81: Relé de frecuencia

a) Grupo generador fotovoltaico. Está formado por la interconexión en serie y paralelo de los 432 paneles fotovoltaicos, de silicio policristalino, marca Kyocera, modelo KC130 con una potencia pico de 130 Wp. Son los encargados de captar la luz del sol y transformarla en 50 KWA de energía eléctrica.

b) Inversores. Son 4 dispositivos trifásicos de 12,5 KW de potencia nominal, marca Danfoss, modelo TLX-12,5k y basado en la tecnología de electrónica de potencia, que transforma la *corriente continua* procedente de los paneles fotovoltaicos en *corriente alterna* (con unas características compatibles, en tensión y frecuencia, a la red del CRA) operando en paralelo con la red.

Figura 4: Esquema de montaje de los equipos de captación y aprovechamiento de energía solar.



Figura 5: (arriba) Aspecto de las marquesinas con los paneles solares, en el parking; (abajo) Punto de recarga de coches eléctricos.



Especificaciones de cada inversor:	TLX 12,5 k
Potencia máx. CC	12900 W
Potencia nominal CA/ máx.	12500 W
Potencia máx. CA	12500 W
Eficiencia máxima	98%
Factor de potencia	> 0,97 carga al 20%
Potencia de marcha	20 W
Potencia de parada	15 W
Consumo en espera	10 W
Consumo nocturno	< 5 W
Voltajes:	
Tensión continua máx.	1000 V
Voltaje nominal CC	700 V
Potencia nominal	430-800 V
Tensión puesta en marcha	250 V
Tensión de parada	245 V
Rango de CA	3x400V +15-20%

Especificaciones de cada inversor:	TLX 12,5 k
Frecuencia de la red	50 ± 5 Hz

corriente continua (entre el inversor y los paneles) y en la parte de corriente alterna (entre el inversor y el punto de conexión).

b. Datos y resultados:

c) Línea eléctrica en BT (para un voltaje de 700 V. Está formada por el cableado y todos los elementos de protección, en la parte de

La instalación solar fotovoltaica cumple con todas las consideraciones técnicas expuestas en el R.D. 1699/2011, así como con la propuesta de seguridad del Pliego de Condiciones Técnicas para instalaciones fotovoltaicas conectadas a Red, publicado por el IDAE en 2002.

Para garantizar una cuantificación rigurosa de los datos aportados por los diferentes indicadores instalados, se han dispuesto los siguientes elementos de protección:

1. Interruptor general manual, que es un interruptor magneto térmico con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión. Este interruptor será accesible a la empresa distribuidora en todo momento, con objeto de poder realizar la desconexión manual;
2. Interruptor automático diferencial, que es una protección contra derivaciones en la parte alterna de la instalación;
3. Interruptor automático de interconexión controlado por software, controlador permanente de aislamiento, aislamiento galvánico y protección frente a funcionamiento en isla, incluidas en el inversor;
4. Puesta a tierra de la carcasa del inversor;
5. Aislamiento clase II en todos los componentes de la instalación (módulos, cableado, cajas de conexión, etc.)

Las primeras tomas de datos recogidas (febrero-marzo de 2012) han arrojado los siguientes resultados: la producción media de energía fotovoltaica ha sido de 2.400 kWh./semana; y el consumo medio del PRAE ascendió a 9.800 kWh./semana. Estos resultados confirman, que el comportamiento de la instalación es el previsto en las tablas de valores estimados y en los cuadros comparativos de producción horaria anual.

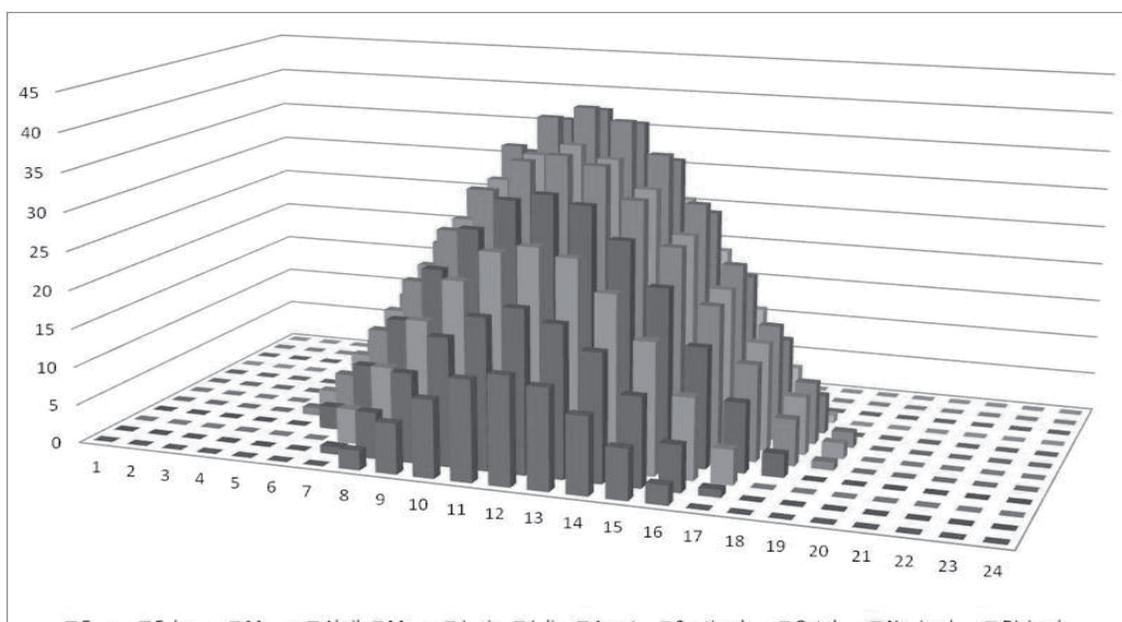


Figura 6: Perfil teórico de producción horaria, estimado para la instalación solar fotovoltaica del PRAE (Ubicación en zona II. Valladolid-Palencia. Para una potencia nominal de 50 kW).

5. VALORACION DE LOS DATOS Y CONCLUSIONES.

Al valorar los datos obtenidos al analizar el *Sistema de climatización* en el CRA, se confirma que el diseño de la instalación es capaz de obtener un rendimiento muy alto a las placas solares del techo del edificio, reduciendo de forma sustancial la demanda de agua caliente, sobre todo en baños y office. No obstante, la producción de casi 1.500 Kcal de los 66 captadores solares planos, sólo es capaz de completar la exigente demanda de calefacción en momentos de poca actividad en el edificio o de condiciones atmosféricas templadas.

Al valorar los datos obtenidos del *Sistema de producción eléctrica por captación de la radiación solar* en el CRA, se confirma que el diseño de la instalación es capaz de obtener un rendimiento muy alto a las placas solares del parking de visitantes, reduciendo en casi un 25% la demanda de electricidad de la red de suministro.

Ambas valoraciones determinan que el rendimiento estimado de las instalaciones es, actualmente, muy alto. Esto significa que intervenir técnicamente en cada sistema *es necesario* para mantener este alto rendimiento y evitar deterioros y averías. Pero *no es suficiente* para cumplir el objetivo de que el CRA sea un EECN. De esta constatación se pueden sacar, al menos, tres conclusiones:

- I. La coordinación de sistemas mixtos de producción de energías renovables en el CRA es la mejor herramienta para mantener la coherencia sobre la sostenibilidad y la eficiencia energética del edificio. No obstante es necesario garantizar el *cumplimiento del marco legal*, sobre todo en estos momentos de transición normativa: el BOE de 8 de diciembre de 2011, publicó el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia. Este Real Decreto 1699/2011, tiene carácter básico y se complementará con la normativa de balance neto, en fase de elaboración, que regulará el autoconsumo.
- II. Para seguir avanzando en la reducción de la demanda energética del CRA es imprescindible establecer un *protocolo de actuación* que incida en la transformación de los hábitos de los usuarios del edificio hasta lograr un uso responsable de las instalaciones del mismo. Dicho protocolo debe establecer diversos niveles de responsabilidad, según que los usuarios sean regulares, eventuales o esporádicos. Junto a estos niveles se determinarán distintas medidas de control de uso, dando preferencia a los sistemas domóticos por su rigor y eficacia.
- III. Por último, parece evidente que la *labor pedagógica y educativa* también debe tenerse en cuenta en el camino que nos ha de llevar a una demanda energética lo más baja posible en el complejo PRAE. Por ello, la monitorización demostrativa del comportamiento energético del conjunto formado por el edificio y el jardín, junto a la aplicación de medidas para reducir el consumo energético (asociado a las necesidades de transporte del personal de mantenimiento) como la adquisición de un coche eléctrico que haga uso del punto de recarga eléctrica, serán medidas no solo ejemplarizantes sino contagiosas.

Procedimiento simplificado CE³X de certificación de eficiencia energética para edificios existentes

I. Díaz Regodón. Centro Nacional de Energías Renovables-CENER. Departamento de Energética Edificatoria

Resumen: Con objeto de promover la eficiencia energética de los edificios nuevos y la transformación de los edificios que se reformen en edificios de energía casi cero, la Directiva 2002/91/CE y su posterior refundición, la Directiva 2010/31/UE, exige a los Estados miembros el establecimiento de un procedimiento de certificación, dirigido tanto a los edificios nuevos como a los edificios existentes.

Mientras que el R.D. de certificación para edificios nuevos entró en vigor en noviembre de 2007 el Procedimiento de certificación de eficiencia energética de edificios existentes está a punto de aprobarse.

A través de un concurso público, la UTE formada por Natural Climate Systems S.A. (MIYABI) y el Centro Nacional de Energías Renovables (CENER) fue adjudicataria, en la resolución del IDAE de 26/05/2009, del desarrollo tres procedimientos simplificados de certificación energética para edificios existentes (vivienda, pequeño terciario y gran terciario), denominados, de forma unitaria, CE³X.

Uno de los principales escollos a la hora de realizar una certificación de un edificio existente es la falta de información sobre los parámetros de eficiencia energética. El método CE³X se adapta a los diferentes grados de conocimiento de las características térmicas del edificio y de sus instalaciones, ofrece diferentes medidas de ahorro energético, y la posibilidad de realizar un análisis financiero de las mismas, con objeto de mejorar la calificación energética del edificio. Finalmente, la herramienta informática genera automáticamente un informe que incluye la etiqueta energética, basada en las emisiones de CO₂, junto con el análisis realizado.

La presente comunicación pretende mostrar al público como nuestro país encara este nuevo reto a través de la metodología CE³X.

Área temática: Calificación Medioambiental y Energética: Herramientas, estándares y sellos en la edificación

Palabras clave: certificación energética, rehabilitación energética de edificios existentes.

1. INTRODUCCIÓN

Más de la mitad de las viviendas que hay en España tienen treinta años, doce millones, y más de seis millones de pisos se construyeron hace más de medio siglo.

Las emisiones originadas por el consumo de energía de la edificación guardan una estrecha relación con las emisiones del parque ya edificado, cuyo peso histórico es considerablemente mayor al de los nuevos entrantes que se van incorporando gradualmente a este núcleo emisor (la tasa anual de construcción de nuevos edificios tan sólo representa en torno al 1% de todo el parque edificatorio existente). Por otro lado, gran parte de los edificios que disfrutamos hoy día fueron construidos con unas exigencias de limitación de la demanda energética muy bajas, y en algunos casos, inexistentes.

España es el país europeo donde la rehabilitación está más rezagada. Por cada euro invertido en obra nueva en Alemania se destinan 1,81 mientras que en España tan sólo 0,77 euros.

El derrumbe del mercado inmobiliario, que ha gozado durante años de un crecimiento desmedido, ha obligado a que nos planteemos un nuevo modelo económico que se fundamenta en dos pilares: la rehabilitación y la eficiencia energética.

Este panorama económico, junto con las últimas regulaciones que impulsan el ahorro energético y las energías renovables, presenta al certificado de eficiencia energética de edificios existentes como una herramienta objetiva de análisis del consumo de energía de nuestro parque inmobiliario.

1. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DE LA HERRAMIENTA CE³X

Al igual que en el caso de edificios nuevos, el procedimiento simplificado de certificación energética de edificios existentes establece un grado de eficiencia energética basado en las emisiones de CO₂ derivadas de los consumos que satisfacen las necesidades de calefacción, refrigeración, calentamiento de agua, ventilación e iluminación asociadas a unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación. La etiqueta energética clasifica en este caso los edificios dentro de una escala de siete letras, que parte de la letra G (edificio menos eficiente) a la letra A (edificio más eficiente).

El motor de cálculo de la herramienta informática CE³X se nutre de una base de datos elaborada a partir de 10.080 simulaciones, en el caso de viviendas, y 136512 en el caso de edificios de uso terciario, realizadas todas ellas con el programa informático detallado CALENER para diferentes tipologías edificatorias y para todas las zonas climáticas.

La base de datos es lo suficientemente amplia para cubrir cualquier caso del parque edificatorio español. Para ello se han escogido y modificado una serie de características determinantes obtenidas del estudio previo realizado y que se muestran a continuación:

- Zona Climática: La base de datos recoge simulaciones para las 12 zonas climáticas españolas definidas en el DB HE-1 del Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Tipo de Edificio: Los simulaciones se han realizado para diferentes tipologías.
- Orientación: Se han tomado diferentes ángulos para cubrir todas las orientaciones.
- Forma del edificio: Se han escogido algunas geometrías representativas
- Compacidad del edificio
- Ventilación: Se han tomado distintos niveles de ventilación de los edificios.
- Transmitancia térmica de los cerramientos opacos: Se han simulado distintos valores incrementando el nivel de aislamiento en cada cerramiento.
- Masa de los cerramientos: Se han tomado cerramientos con distintos pesos por metro cuadrado para evaluar la influencia de la inercia en la calificación.
- Porcentaje de huecos en fachada: Se han modificado en cada edificio el porcentaje de huecos en fachada.
- Transmitancia térmica de los acristalamientos: Se han simulado distintos vidrios para obtener resultados con diferentes valores de transmitancia térmica de los vidrios.
- Factores solares de los vidrios y elementos de sombreamiento: Se han realizado simulaciones con distintos factores solares en los vidrios y con algunos dispositivos de protección solar.
- Puentes térmicos: Se han tomado distintos valores de transmitancia térmica lineal.
- Instalaciones: Se ha considerado las diferentes características de las instalaciones.
- Cobertura solar de agua caliente sanitaria (ACS): Otra de las variables han sido los porcentajes de cobertura solar de ACS.

- Uso del edificio/régimen horario (para edificios de uso terciario): Se han simulado con unos perfiles horarios representativos para el sector terciario extraídos del Documento de *Condiciones de aceptación de procedimientos alternativos* del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- Iluminación (para edificios de uso terciario): Se han realizado simulaciones con distintos niveles de potencia instalada de iluminación y distintos valores de eficiencia energética de iluminación (VEEI).

Para estimar las demandas de calefacción y refrigeración del edificio existente el programa reduce dichas variables en 5 parámetros adimensionales y las compara con las características de los casos recogidos en la base de datos. De esta forma, el software busca las simulaciones con características más similares a las del edificio objeto e interpola respecto a ellas las demandas de calefacción y refrigeración. Esto conlleva que dos edificios pueden ser completamente distintos (compacidades, orientaciones, aislamientos, etc.) pero si sus cinco parámetros adimensionales coinciden sus demandas específicas serán iguales.

Los cinco parámetros adimensionales son:

- Transmitancia térmica global específica, en la que se incluye el efecto de los cerramientos opacos, huecos y puentes térmicos.
- Ganancia solar específica durante la temporada de calefacción.
- Ganancia solar específica durante la temporada de refrigeración.
- Inercia térmica específica
- Ventilación específica

(El término específica hace referencia a la unidad de superficie habitable).

El siguiente esquema representa el funcionamiento de la herramienta CE³X. A la derecha se representa la base de datos generada con Calener con distintos tipos de edificios de los cuales se ha obtenido la calificación energética y cuyas variables que lo definen han sido adimensionalizadas. En la parte de la izquierda se representa el edificio existente a calificar, al que a partir de los datos introducidos por el técnico certificador se obtienen sus variables adimensionalizadas para compararlas con las de la base de datos.

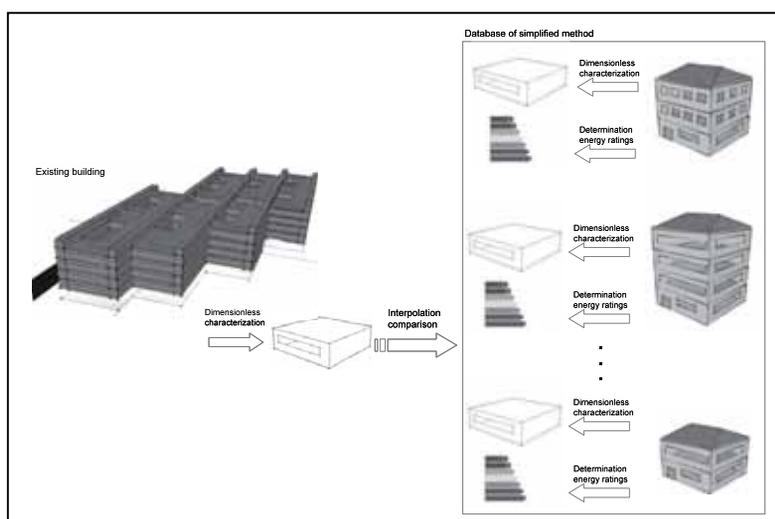


Figura 1. Esquema de funcionamiento de la herramienta CE³X.

Las demandas de ACS se estiman según el procedimiento descrito en el CET DB HE-4.

Con las demandas y los rendimientos de las instalaciones se calculan los consumos necesarios para cubrir dichas demandas y mediante los coeficientes de paso de energía final a emisiones de CO₂ se obtienen las emisiones globales de CO₂ del edificio.

Con todos estos valores se calcula la calificación energética final según lo indicado en el Real Decreto 47/2007.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE CERTIFICACIÓN DE EE CE³X

El Procedimiento simplificado de certificación energética CE³ X comienza con la recogida de datos a partir de la documentación existente del edificio y a través de una inspección in situ.

En función del grado de conocimiento de las características térmicas del edificio y de sus instalaciones se establecen diferentes niveles de introducción de datos:

- Los *valores por defecto*, para aquellos edificios de los que se desconozca las características térmicas de los cerramientos y demás parámetros que afectan a la eficiencia energética del edificio, son valores, en la mayoría de los casos, establecidos por la normativa térmica vigente durante el desarrollo del proyecto, y por tanto, a falta de más información, garantizan las calidades térmicas mínimas de los diferentes elementos que componen la envolvente del edificio.
- Los *valores estimados* se deducen de un valor conocido (en la mayoría de los casos, el aislamiento térmico del cerramiento) y de otros valores conservadores, que se definen a partir de las características del elemento, lo cual implica que son válidos para todos aquellos elementos similares o para aquellos de propiedades más favorables.
- Los *valores conocidos o justificados* se obtienen directamente de ensayos, catas en los cerramientos, del proyecto original o de sus reformas, de una monitorización de las instalaciones térmicas, o de cualquier otro documento que justifique el parámetro solicitado.

La herramienta informática CE³ X contiene también librerías de materiales y productos de construcción, así como de detalles constructivos que permiten la estimación de las pérdidas de calor a través de los puentes térmicos.

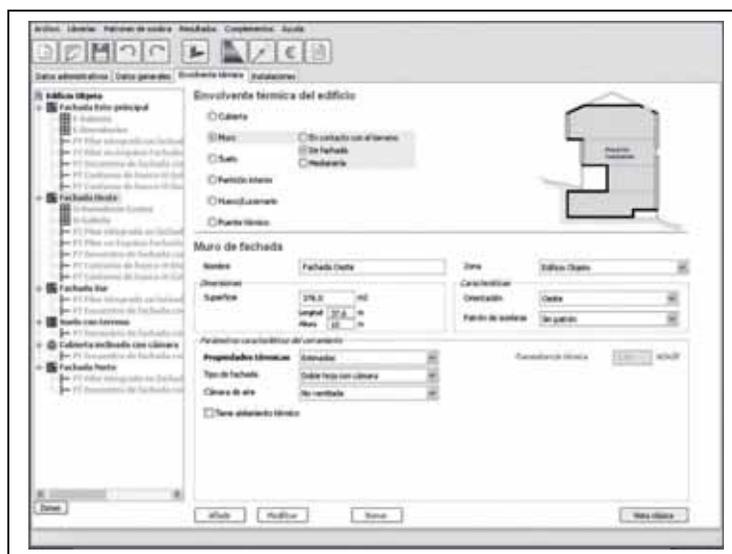


Figura 2. Herramienta informática CE³X. Definición de la envolvente térmica.

A continuación la herramienta CE³ X calculará los consumos y emisiones de CO₂ estimados para ese edificio, así como su calificación energética.

A partir de este momento el técnico certificador podrá proponer las medidas de mejora o conjuntos de medidas de ahorro energético que permitan al propietario del edificio acometer, voluntariamente, acciones de renovación que le permitan mejorar la calificación obtenida uno o dos niveles, tal y como indica el borrador de RD de certificación de eficiencia energética de edificios existentes.

La herramienta informática de CE³ X permite la definición de medidas de mejora de dos formas:

- Medidas de mejora de eficiencia energética definidas por el técnico certificador
- Medidas de mejora automáticas, generadas por el programa informático

Finalmente la herramienta permite realizar un análisis económico de las medidas de mejora definidas, indicando el plazo de amortización o recuperación económica. Este análisis se realiza a partir de los datos reales de consumo, localizados en las facturas energéticas, y a partir de los consumos teóricos, estimados por la herramienta informática considerando unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación del edificio.

A partir de aquí, se procederá a la generación automática en formato pdf del certificado de eficiencia energética del edificio existente.

3. FIABILIDAD DEL MÉTODO CE³X

Con objeto de comprobar la fiabilidad del método el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) con la ayuda del Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación (INTECO) ha realizado un estudio comparativo del procedimiento simplificado CE³X con el procedimiento de referencia (CALENER).

La comparativa se ha basado en los siguientes aspectos:

- Verificación del comportamiento en el pronóstico de la demanda de calefacción y refrigeración.
- Verificación del comportamiento en el pronóstico del rendimiento medio estacional de los sistemas de calefacción y refrigeración.
- Verificación del comportamiento en el pronóstico del consumo energético en iluminación.
- Verificación del comportamiento en el pronóstico del consumo energético en ACS.
- Verificación del comportamiento en el pronóstico de la demanda de calefacción y refrigeración frente a sombras propias y lejanas.

En el estudio de demanda de energía se han realizado 15552 simulaciones en cada programa informático, de las cuales, 972 corresponde a cada uno de los cuatro edificios residenciales y 1944 a cada uno de los seis edificios de uso terciario (en este caso se simula el edificio objeto y edificio de referencia).

A modo de ejemplo, se muestran algunos resultados:

Modificando la transmitancia térmica de muros, suelos, cubiertas y puentes térmicos, la transmitancia térmica y el factor solar de huecos, y la orientación de los edificios, se ha superado, para viviendas unifamiliares y en demanda de calefacción, el 80% de coincidencias entre la calificación simplificada y la general. En el caso de viviendas en bloque, esta cifra supera el 63% de coincidencias. En el caso de la demanda de refrigeración y vivienda unifamiliar, los aciertos se encuentran entre el 43% y el 83% dependiendo de la zona climática, mientras que para vivienda en bloque se encuentran entre 47 y 80%.

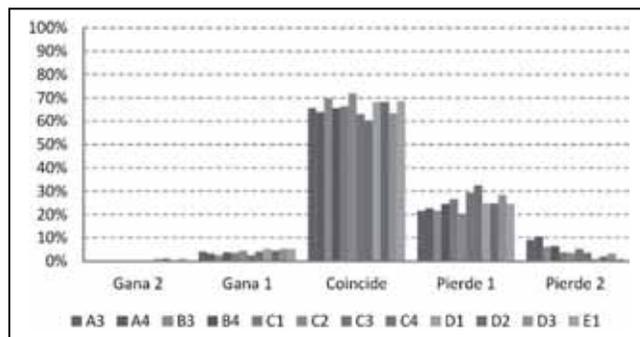


Figura 3. Consistencia de la metodología CE³X frente al procedimiento general CALENER. Demanda de calefacción, vivienda en bloque.

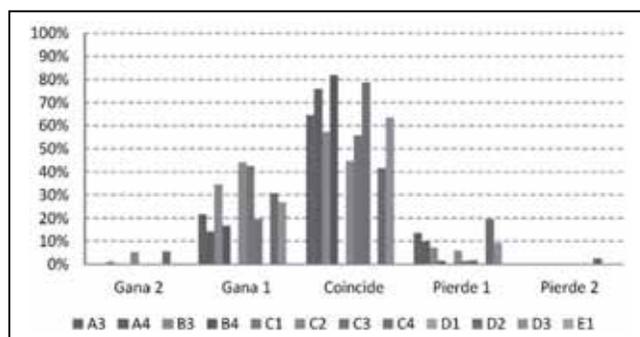


Figura 4. Consistencia de la metodología CE³X frente al procedimiento general CALENER. Demanda de refrigeración, vivienda unifamiliar.

A la vista de los resultados, se puede concluir que para obtener una estimación de las demandas de calefacción y refrigeración, en un marco en el que están completamente definidas la magnitud de los cargas internas, así como los calendarios de utilización no es necesario recurrir a una simulación horaria, ya que la posible dispersión de los resultados obtenidos, está dentro del campo de incertidumbre de la simulación dinámica, por lo que el método CE³ X se presenta como un método lo suficientemente fiable y consistente para certificar edificios existentes de forma simplificada.

4. REFERENCIAS

- Censo de Viviendas entre 1950 y 2001. Banco de España.
- Informes de licencias de obra concedidas por los ayuntamientos. Ministerio de Fomento.
- Potencial de ahorro energético y de reducción de emisiones de CO₂ del parque residencial existente en España en 2020”, WWF España.
- Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición).
- R.D. 314/2006 Código Técnico de la Edificación (CTE), DB de Ahorro de energía.
- R.D. 47/2007 por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.
- Borrador del RD del procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios existentes.
- Manuales del Procedimiento de simplificación CE³X y Comparativa del procedimiento simplificados con procedimiento de referencia (CALENER).

Certificación de edificios: el distintivo perfil de calidad de ahorro de energía y sostenibilidad

Isabel de los Ríos y Carmen Subirón. Instituto Valenciano de la Edificación (IVE)

Resumen: Desde la Generalitat Valenciana, con la colaboración del Instituto Valenciano de la Edificación (IVE), se ha impulsado la certificación de edificios, mediante la creación del distintivo "Perfil de Calidad".

El distintivo Perfil de Calidad de Ahorro de Energía y Sostenibilidad constituye un instrumento para disminuir la demanda de energía y las emisiones de CO₂, ya que se otorga conforme a una serie de medidas para proyectar y construir los edificios de viviendas con criterios energéticos y sostenibles.

Más de 3.250 viviendas en la Comunidad Valenciana apuestan por el Perfil, es decir, 79 edificios están incorporando medidas efectivas para el ahorro energético y el uso sostenible de los recursos naturales, las cuales son evaluadas y certificadas mediante el este distintivo. Actualmente, 134 viviendas ya han sido finalizadas y cerca de 1.800, que cuentan con el certificado provisional, están en fase de construcción, lo que permite al ciudadano adquirir ya vivienda nueva con calidad certificada.

Área temática: Calificación Medioambiental y Energética: Herramientas, Estándares y Sellos en la Edificación

Palabras clave: Calidad, certificación, vivienda, energía, marca.

1. TEXTO PRINCIPAL

IMPULSO A LA VIVIENDA DE CALIDAD EN LA COMUNIDAD VALENCIANA

Reconocimiento de la calidad. Distintivo impulsado desde la Administración

Desde la Generalitat Valenciana, con la colaboración del Instituto Valenciano de la Edificación (IVE), se ha impulsado la certificación de edificios, mediante la creación de un distintivo de calidad denominado "Perfil de Calidad".

El Perfil de Calidad es un método de evaluación y certificación de la calidad de los edificios de viviendas, es un distintivo de carácter voluntario que establece niveles de calidad superiores a los mínimos obligatorios. Certifica el edificio tras un proceso de evaluación por terceros, tanto del proyecto como de la obra.

Está basado en los requisitos de la Directiva Europea de Productos de Construcción (1), en la LOE (2), y adaptados al CTE (3). Aparece definido en la LOFCE (4), como distintivo que permite que los promotores obtengan un reconocimiento objetivo de la calidad, los usuarios puedan elegir con mejor conocimiento de la oferta y los restantes agentes de la edificación puedan contar con una referencia común sobre la calidad. En el Plan Autonómico de Vivienda de la CV 2009-2012 (5), se constituyó como una herramienta de concesión de ayudas económicas para la mejora de la calidad de las viviendas con protección pública (6).

Concretamente, para iniciar la certificación de edificios residenciales de nueva construcción, se desarrolló en el año 2009 el distintivo "Perfil de Calidad de Ahorro de Energía y Sostenibilidad" cuya concesión depende de la incorporación de medidas de carácter energético y sostenible en el proyecto y la construcción del edificio. Posteriormente, se añadieron tres requisitos más conformando el Perfil de Calidad global para obra nueva.

Tabla I. Estructura de requisitos evaluados por el Perfil de Calidad



Tras la experiencia en edificios de nueva construcción, el IVE ha abordado el desarrollo de un distintivo similar para evaluar la calidad de los edificios de viviendas rehabilitados, el “Perfil de Calidad de Rehabilitación”, también de carácter voluntario, en base a los requisitos de Ahorro de energía, Uso sostenible de los recursos naturales y Accesibilidad al medio físico.

Implantación y difusión del Perfil de Calidad en la Comunidad Valenciana. IVE Entidad de Evaluación de Edificios

Desde inicios del año 2009 se implementa la certificación del Perfil de Calidad de Ahorro de energía y Sostenibilidad. Más de 3.250 viviendas en la Comunidad Valenciana apuestan por el Perfil de Calidad. Actualmente, 79 edificios de viviendas están incorporando medidas efectivas para el ahorro energético y el uso sostenible de los recursos naturales, las cuales son evaluadas y certificadas mediante el distintivo Perfil de Calidad. De ellas, 134 ya están finalizadas y cerca de 1800 están en proceso de construcción y cuentan con certificado provisional tras la evaluación de su proyecto. Esto permite al ciudadano adquirir ya vivienda nueva con calidad certificada.

La entidad que otorga el distintivo Perfil de Calidad es IVE Entidad de Evaluación de Edificios, y se constituye conforme a los criterios establecidos para las entidades de certificación de producto (EN-45011), con la finalidad de ofrecer un sistema de certificación competente y fiable. La estructura de la organización permite que se garantice en todo momento la imparcialidad del proceso, haciéndose necesario la participación en este sistema de certificación de todas las partes implicadas en el objeto evaluado, es decir, el edificio.

Para ello, IVE EEE tiene como máximo órgano de decisión en materia de certificación a la Comisión de Evaluación, dónde están presentes, por medio de cinco grupos de interés, aquellas organizaciones que pueden recoger la voz de todos los agentes sociales con interés en la calidad de edificios.

- Grupo 1, administraciones públicas y entidades promotoras de la calidad en edificación: GVA, AVEN, Ayuntamiento de Valencia, AIDICO y ALACAV
- Grupo2, promotores, constructores: FEVEC, FECOVAL, CCCV, FEPROVA, APECC, y AVS
- Grupo 3, usuarios y consumidores: AVACU, UCE-CV, Tyrius y Colegio AF
- Grupo 4, técnicos facultativos en edificación: colegios profesionales de Arquitectos, de Ingenieros Industriales y de Arquitectos Técnicos y las Escuelas Técnicas Superiores de Arquitectura y de Gestión de la Edificación
- Grupo 5, la propia entidad de certificación.

Las actividades de validación de proyectos y edificios con Perfil de Calidad se desarrollan por los técnicos cualificados por la entidad como Evaluadores, los cuales actúan de forma independiente a cualquier actividad de consultoría o asesoramiento a los solicitantes del distintivo, con objeto de garantizar el principio de imparcialidad, inherente a la sistemática de la certificación de productos.

Un objetivo primordial para IVE EEE, y por el que se está trabajando, es obtener la acreditación por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) como Entidad de Certificación de Edificios, por representar el reconocimiento formal de la competencia técnica de la organización y la fiabilidad en sus servicios.

Desde la web del Perfil de Calidad se informa a los usuarios de las promociones con distintivo, además de contener la documentación técnica del proceso y la información sobre eventos relacionados. www.perfildecalidad.es

EVALUACIÓN MEDIOAMBIENTAL: EL PERFIL DE CALIDAD DE AHORRO DE ENERGÍA Y SOSTENIBILIDAD

Objeto

El distintivo Perfil de Calidad de Ahorro de Energía y Sostenibilidad constituye un instrumento para disminuir la demanda de energía y las emisiones de CO₂, ya que se otorga conforme a una serie de medidas para proyectar y construir los edificios de viviendas con criterios energéticos y sostenibles, tales como el uso racional de los recursos disponibles (energía, materiales y agua), la reducción del consumo energético, el uso de energías renovables o la adecuada gestión de los residuos generados, entre otros.

Requisitos evaluados

El Perfil de Calidad específico desarrolla dos requisitos: HE "Ahorro de energía" y US "Uso sostenible de los recursos naturales". Cada uno de los requisitos planteados se desarrolla a través de exigencias técnicas, cuya razón de ser es la consecución de un objetivo concreto, por ejemplo "Limitación de la demanda". Dentro de cada una de ellas se descende ya a la escala mínima del sistema que es la "característica valorada" que es la medida concreta de mejora que plantea el sistema para que puede ser adoptada o no.

HE Ahorro de energía

Tal como determina el CTE en su documento básico Ahorro de Energía (3), el objetivo de este requisito consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo, y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable. El Perfil en este requisito se centra básicamente en la reducción de la demanda, apostando de una manera directa sobre la arquitectura como elemento sustancial y sustantivo en el ahorro global del edificio.

En la siguiente tabla se exponen, de forma resumida, las características propuestas para cada exigencia:

Tabla III. Características de cada exigencia básica – Requisito de Ahorro de energía

HE	AHORRO DE ENERGÍA	
Limitación de la demanda	mejorar la transmitancia térmica / aumentar la inercia térmica / disponer soluciones ventiladas / cubierta ajardinada / vidrios con transmitancia mejorada / vidrios con factor solar mejorado / marcos con transmitancia mejorada / protecciones en huecos / dispositivos de oscurecimiento	65 100
Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación	detectores de presencia / sensores crepusculares / control de la iluminación en ascensores / sectorizar la iluminación / luminarias de bajo consumo	12 100
Contribución solar mínima de ACS	contadores de kilocalorías / contrato de mantenimiento de la instalación solar térmica / captadores solares con un coeficiente de pérdidas mejorado / sistema de producción de acs de apoyo a la energía solar NO efecto joule	12 100
Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica	sistemas de captación y transformación de energía solar por procedimientos fotovoltaicos para obtener unas potencias mínimas por vivienda según la zona climática	2 100
Reducción del consumo eléctrico	medidor de consumo eléctrico / mecanismos de maniobra selectiva en ascensores / ascensores de bajo consumo / equipos electrodomésticos con clasificación energética A	9 100

US Uso sostenible de los recursos naturales

Tal como determina la “Estrategia temática sobre el uso sostenible de los recursos naturales” (8) de la Comisión Europea, el objetivo de este requisito consiste en reducir las presiones ambientales de cada etapa del ciclo de vida de los recursos, lo que incluye su extracción, uso y eliminación final. La LOFCE (4) destaca como objetivo fundamental posibilitar una construcción más sostenible, que tenga en cuenta la incidencia en el medio ambiente y la utilización equilibrada de los recursos disponibles. En la siguiente tabla se exponen, de forma resumida, las características propuestas para cada exigencia:

Tabla IV. Características de cada exigencia básica – Requisito de Sostenibilidad

US	USO SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS NATURALES	
Eficiencia en el consumo de agua	presión de la red de suministro de agua / longitud de la red de ACS / medidor de consumo de agua / red de saneamiento separativa / jardinería eficiente / grifería monomando con apertura en frío o con apertura en dos fases / lavavajillas con clasificación energética A / dispositivos de ahorro de agua en los grifos / cisternas eficientes	37 100
Gestión de materiales y residuos	árboles reciclados sueltos / hormigones reciclados / pinturas y barnices con etiquetas ecológicas / maderas con certificación forestal / tableros de madera con bajo contenido en formaldehído / separación de residuos / operaciones de valorización / soluciones o sistemas prefabricados	46 100
Criterios de mejora en el diseño	Espacio para bicicletas / ventilación natural cruzada / tendedero y secado de la ropa / iluminación natural	17 100

Metodología de valoración y reconocimiento

El distintivo Perfil de Calidad de Ahorro de Energía y Sostenibilidad se desarrolla en características valoradas, que son las medidas concretas de mejora que se proponen para cada elemento del edificio. A cada una de estas características le corresponde una puntuación, de manera que la suma de los puntos otorgados por cada una de ellas permitirá obtener una valoración de cada uno de los requisitos:

- Nivel alto ≥ 40 puntos
- Nivel muy alto ≥ 55 puntos

Este sistema de valoración basado en puntuaciones pretende ser un sistema simple y transparente, fácil de entender. En función de los niveles de calidad obtenidos en cada requisito, se obtendrá un Perfil de Calidad determinado para cada edificio de viviendas.

La imagen empleada en esta marca está basada en la asignación de iconos a cada uno de los requisitos, claramente identificables. El cromatismo también ejerce un valor añadido en la comunicación, al representar los niveles se emplean colores: oro (nivel muy alto) y plata (nivel alto). El reconocimiento de estos niveles de calidad se realiza a través de la concesión de la marca "PdC Perfil de Calidad":



Figura 1. Imagen de la Marca Perfil de Calidad, con los requisitos Ahorro de energía y Sostenibilidad

El documento técnico que recoge toda esta estructura y su contenido es la Guía de Proyecto DRA 03/09 Documento reconocido por la Generalitat Valenciana (7), concebida como una herramienta de trabajo que el proyectista utiliza para diseñar y evaluar los edificios de viviendas con el fin de obtener el distintivo.

Estudio de ahorros

Con el objeto de evaluar las mejoras que establece el Perfil de Calidad, desde el IVE se realizó un estudio para estimar el ahorro energético obtenido al adoptar las características propuestas. Este trabajo ha constatado que el Perfil contribuye al objetivo de reducción de emisiones, de acuerdo con las estrategias en materia de energía tanto a nivel europeo como a nivel estatal.

El estudio demuestra que adoptar las características relativas a la envolvente del edificio, significa alcanzar importantes ahorros de energía, y puede suponer la mejora en la calificación energética. Estas medidas son las relativas a la mejora del aislamiento térmico de los elementos constructivos como fachadas, cubiertas, forjados, carpinterías y vidrios. Para ello, se estudiaron edificios de diferentes tipologías, y se tomó como punto de partida las emisiones de CO₂ que resultaban del cumplimiento estricto del CTE (3). A partir de este punto se aplicaron las medidas pasivas del Perfil y se analizó la evolución de la demanda y de las emisiones. De este estudio se extrajeron las siguientes conclusiones:

Con respecto a la disminución en la demanda de energía:

- Se estima una reducción de la demanda que oscila entre un 24% y un 34%, dependiendo del número de mejoras aplicadas del requisito HE en relación a la envolvente.
- Hay que añadir el consiguiente ahorro económico en los gastos de energía del edificio a lo largo de su vida útil, lo que supone una recuperación de la inversión inicial realizada..

Con respecto a la reducción de las emisiones de CO₂:

- La reducción de las emisiones de CO₂ oscila entre un 30% y un 38%, dependiendo del número de mejoras aplicadas.
- Esto supone una mejora en la calificación de eficiencia energética (9) en ciertos edificios.

Por otro lado, se realizó un estudio para estimar el ahorro de agua conseguido al adoptar las características del requisito US del Perfil, y se extrajeron las siguientes conclusiones:

- En un escenario de consumo normal, con la aplicación de las medidas contenidas en la exigencia US1 "Eficiencia en el consumo de agua", se podría conseguir un ahorro de agua del 35 %, lo cual se traduce en unos 40 m³ por vivienda y año.
- En un escenario de consumo alto, se podría alcanzar un ahorro de agua del 60 %, lo cual se traduce en unos 70 m³ por vivienda y año.

EXPERIENCIA INTERNACIONAL: INTEGRACIÓN EN SUSTAINABLE BUILDING ALLIANCE (SBA)

Con un marcado objetivo participativo, el Instituto Valenciano de la Edificación formar parte de Sustainable Building Alliance (SBA) (10), una asociación formada por las principales entidades y organizaciones internacionales cuyo objetivo es el desarrollo de criterios comunes para la evaluación del impacto medioambiental de edificios y áreas urbanas. Entre los miembros de esta asociación internacional destacan organizaciones como institutos de investigación (CSTB, BRE o VTT), organizaciones de certificación de edificios (QUALITEL, iiSBE o United States Green Building Council), y además SBA colabora con organismos internacionales como la UNEP.

La integración del sistema de evaluación PdC en estos estándares internacionales, es fundamental para desarrollar y ampliar una evaluación medioambiental con un carácter eminentemente práctico, comparable, y al mismo tiempo adaptado a las necesidades locales.

CONCLUSIONES

En los países europeos, como consecuencia de la Directiva 2002 /91/EC RELATIVA A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS (9), se están aplicando procesos de certificación energética para edificios a través de una legislación nacional, lo cual constituye un paso fundamental hacia la mejora de la eficiencia en materia de energía de los edificios.

Sin embargo, en estos procesos de certificación no se suelen tener en cuenta los aspectos relacionados con el uso de recursos como el agua o los materiales, o el tratamiento de los residuos generados en la construcción del edificio. Por ello, puede llegarse a la contradicción de que se obtenga una buena calificación en emisiones de CO₂ globales, pero se hayan olvidado otros factores que influyen y participan directamente en la sostenibilidad del edificio.

Además, se puede fomentar la inclusión de instalaciones eficientes en los edificios, con el riesgo de que el de diseño de la envolvente sea relegada a un segundo plano. Siendo ésta el epicentro y el elemento más perdurable durante la vida útil del edificio, lo que la convierte en la verdadera clave para un edificio eficiente. El contenido del sistema de Perfil de Calidad subraya con su sistema de evaluación la importancia de la calidad de la envolvente además de incorporar otros indicadores no contenidos en las herramientas de calificación de emisiones de CO₂, que también contribuyen a la mejora global desde un punto medioambiental el edificio.

Teniendo en cuenta este tipo de consideraciones, se promueve el diseño y ejecución de edificios sostenibles dando prioridad al diseño ecológico y bioclimático- la arquitectura como herramienta en sí misma-, el uso materiales naturales y reciclables de bajo impacto, la reducción al mínimo de consumo de agua, el diseño de los techos verdes, etc.

El sistema de evaluación se distingue por contener un “back office”, es decir, se trata de mostrar las acciones de mejora teniendo un “back” de cálculo que no se muestra. Este planteamiento se sustenta en el carácter eminentemente práctico de la evaluación y la persecución como fin intrínseco a toda su filosofía de la mejora de la calidad de las viviendas. En esta dirección, la herramienta de evaluación tiene un marcado carácter social, es decir, pretende que exista un impacto directo sobre la calidad de vida de los usuarios y que éstos participen de la misma.

3. REFERENCIAS

- (1) Directiva 89/106/CE de Productos de Construcción.
- (2) LEY 38/1999, de Ordenación de la Edificación (LOE). Ministerio de Vivienda.
- (3) REAL DECRETO 314/2006, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Ministerio de Vivienda.
- (4) Ley 3/2004, de Ordenación y Fomento de la Calidad de la Edificación (LOFCE). GVA.
- (5) DECRETO 66/2009, Plan Autonómico de Vivienda de la Comunitat Valenciana 2009-2012. Generalitat Valenciana.
- (6) ORDEN de 20 de julio de 2009, de la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda, por la que se establecen las condiciones para otorgar el perfil de calidad específico a los efectos de la obtención de ayudas para mejora de la calidad en las viviendas de nueva construcción con protección pública. Generalitat Valenciana.
- (7) DECRETO 132/2006, de 29 de septiembre, del Consell, por el que se regulan los Documentos Reconocidos para la Calidad en la Edificación. Generalitat Valenciana.
- (8) Estrategia temática sobre el uso sostenible de los recursos naturales. COM(2005) 670 final.
- (9) Directiva 2002 /91/EC relativa a la Eficiencia Energética de los Edificios.
- (10) Sustainable Building Alliance (SBA) www.sballiance.org

Impacto Ambiental del Aislamiento con Poliuretano en Edificios de Energía Casi Nula

A. Pimentel. IPUR

Resumen: BRE (Building Research Establishment) realizó para PU EUROPE una cuantificación de los costes ambientales y económicos del uso de poliuretano y otros aislamientos en el diseño de Edificios de Energía Casi Nula, del que se derivan las siguientes conclusiones:

- En muchos edificios de energía casi nula, el poliuretano muestra el menor coste de ciclo de vida gracias a un mayor ahorro energético o, en el caso de igualar la resistencia térmica (R), gracias al empleo de menos material y el efecto que esto tiene en la construcción del edificio.
- La verdadera sostenibilidad de los materiales aislantes puede, y debe, evaluarse únicamente en el contexto del edificio.
- Las evaluaciones ambientales basadas en un único indicador desconectado del contexto del edificio, o que no tengan en cuenta todo el ciclo de vida del producto, no facilitan una información útil ni adecuada.
- En el impacto ambiental de un edificio, la parte debida al aislamiento térmico es casi despreciable.

Área temática: VII. Calificación Medioambiental y Energética: Herramientas, Estándares y Sellos en la Edificación

Palabras clave: Construcción Sostenible, Eficiencia Energética, Aislamiento, Poliuretano, Análisis de Ciclo de Vida.

1. ¿QUE ES UN ACV?

Un Análisis del Ciclo de Vida (ACV) es una recopilación y evaluación de datos sobre impacto ambiental potencial de un producto a lo largo de su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas, hasta la fabricación, el uso y la eventual eliminación de los diferentes componentes. En ese contexto, un edificio o una solución constructiva se considera un “producto”.

Para este estudio, se han realizado ACVs para valorar el impacto ambiental asociado a los materiales y el consumo de energía de las diferentes soluciones constructivas consideradas. El objetivo de este trabajo es analizar el impacto comparativo de los materiales, tanto entre sí como sobre el consumo energético del edificio durante su uso.

El período de estudio del ACV es de 50 años. Los resultados se representan como datos normalizados para las categorías de impacto ambiental de:

GWP	Potencial de Calentamiento Global (kg CO ₂ eq)
ODP	Potencial de Destrucción de Capa de Ozono (kg CFC11 eq)
EP	Potencial de Eutrofización (kg PO ₄ eq)
AP	Potencial de Acidificación (kg SO ₂ eq)
POCP	Potencial de Creación de Ozono Fotoquímico (kg etano eq)

Estos indicadores fueron los propuestos en el CEN/TC350 cuando se inició el estudio. Los datos se adaptaron al perfil anual típico de un ciudadano de Europa Occidental.

Para conseguir los mejores resultados medioambientales, deben seguirse los siguientes criterios:

En primer lugar, aunque los ACVs son importantes, el principal objetivo del aislamiento es hacer que los edificios sean energéticamente más eficientes, por lo que los técnicos deberían buscar las soluciones constructivas que garanticen la conductividad térmica más baja de la envolvente del edificio, para así minimizar el uso de energía y maximizar el ahorro de CO₂ a lo largo de la vida útil del edificio.

En segundo lugar, el edificio debería diseñarse, y sus componentes elegirse, con la vista puesta en mantener las prestaciones térmicas de esa envolvente a lo largo de la vida útil del edificio. Es imprescindible reducir el riesgo de fallos y elegir un material adecuado. Se debe poner especial atención a aspectos como la permeabilidad al vapor de agua, la sensibilidad a la humedad y a la condensación, el movimiento del aire y la posible degradación física.

En tercer lugar, hay que evaluar el coste a lo largo de la vida útil del edificio, de manera que se tenga en cuenta cualquier coste oculto o adicional derivado de los requisitos de instalación del aislamiento.

Únicamente tras haber tomado esas tres medidas clave, se podrán afinar más las posibles alternativas, evaluando las características ambientales de las diferentes soluciones constructivas en el ciclo de vida del edificio.

2. ¿POR QUÉ EVALUAR LOS PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN EN EL CONTEXTO DEL EDIFICIO?

Un ACV sencillo puede tener en cuenta múltiples impactos ambientales para un producto. Pero, para hacer comparaciones válidas, los técnicos necesitan información sobre el comportamiento de una solución constructiva completa, como una fachada, una cubierta o un suelo. Una solución constructiva está compuesta de varios productos y el eco-perfil suma la contribución de los productos que la componen.

Seleccionando productos que tienen cada uno un impacto ambiental mínimo y juntándolos, no obtendremos necesariamente el resultado óptimo para el elemento constructivo en su conjunto. Por ejemplo, un producto aislante con un bajo impacto ambiental puede tener también un bajo nivel de prestaciones, necesitando un mayor espesor para conseguir los mismos valores de

transmitancia térmica (U) que un producto con mejores prestaciones térmicas que tenga un mayor impacto ambiental. El mayor espesor del producto con menos prestaciones puede originar un efecto en cadena sobre el tamaño de la construcción y la cantidad necesaria de materiales auxiliares, aumentando tanto el impacto ambiental como los costes de la construcción en su conjunto.

3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO Y DESARROLLO DEL EDIFICIO MODELO

3.1. Objetivos del estudio

El objetivo global del estudio es cuantificar la contribución del aislamiento de poliuretano al impacto ambiental de edificios de energía casi nula y compararla con el de aislamientos alternativos. Se busca evidenciar que marcar criterios ambientales sólo del producto o la comparación de los aislamientos sin conocer los requisitos exactos de diseño del edificio, no producen resultados significativos.

El elemento innovador del estudio consiste en que va más allá de la comparación de los impactos ambientales por unidad de peso o por valor de R. El estudio se interesa también por los efectos en cadena de la elección de los materiales sobre el propio edificio (necesidad de vigas adicionales, cimientos o cubiertas más grandes, requisitos adicionales de instalación, etc.).

3.2. Edificio modelo

El BRE aportó el diseño del edificio modelo y de los componentes del edificio, determinó las soluciones de aislamiento y eligió los materiales de construcción partiendo de sus propias bases de datos. PU EUROPE fijó los valores de U para los elementos constructivos del edificio partiendo de los estándares de aislamiento de los edificios de consumo de energía casi nulo.

El edificio modelo es una pequeña vivienda unifamiliar. La superficie total del suelo de la casa, de dos plantas, es de 104 m². Se establecieron valores fijos para la calefacción, refrigeración, iluminación, etc. y se dejó como única variable el aislamiento de la envolvente del edificio.

Se estudiaron tres zonas climáticas: Mediterráneo Templado, Oceánico Templado y Continental Frío. Las soluciones constructivas del edificio modelo son habituales y representativas en todas las zonas climáticas del estudio.

3.3. Cálculo de las emisiones debidas a la calefacción

La energía utilizada para calentar el edificio se calcula utilizando una versión del software BRESAP corregida para las diferentes zonas climáticas exteriores. La fuente de energía es gas natural.

Evidentemente hay una clara diferencia del consumo energético necesario para calentar el edificio entre las tres zonas climáticas. Por ejemplo, utilizando como base el consumo del edificio en la zona Oceánica Templada, el edificio en la zona Continental Fría es un 140% mayor.

El estudio consta de tres partes, de las que en este artículo se presentan las dos primeras:

Parte 1: Impacto del aislamiento en un edificio de nueva construcción

Parte 2: Impacto del aislamiento en rehabilitación cuando el espesor está limitado

Parte 3: impacto del aislamiento en una cubierta deck plana de un edificio de nueva construcción

4. PARTE 1: IMPACTO DEL AISLAMIENTO EN UN EDIFICIO DE NUEVA CONSTRUCCIÓN. INFLUENCIA DE LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

En el primer caso se analiza todo el edificio de nueva planta – una casa unifamiliar de dos plantas y tres dormitorios. El objetivo es evaluar las prestaciones de cada solución constructiva utilizando diferentes aislamientos: poliuretano (PU), lana de roca (SW, Stone Wool) y lana de vidrio (GW, Glass Wool).

Tabla I. Características de las tres soluciones constructivas

Aislante	Poliuretano (PU)		Lana de roca (SW)		Lana de vidrio (GW)	
	Fachada con cámara	Cubierta inclinada	Fachada con cámara	Cubierta inclinada	Fachada con cámara	Cubierta inclinada
Espesor mm	180	90* 100**	270	220* 90**	270	300*
Densidad kg/m ³	32	32	39	45* 145**	17	17
Peso Kg/m ²	5.76	5.76	10.53	22.95	4.59	4.59
Lambda W/m·K	0.022	0.023	0.037	0.038	0.032	0.037
Valor de U W/m ² ·K	0.15	0.13	0.15	0.13	0.15	0.13

*Entre vigas **Sobre las vigas

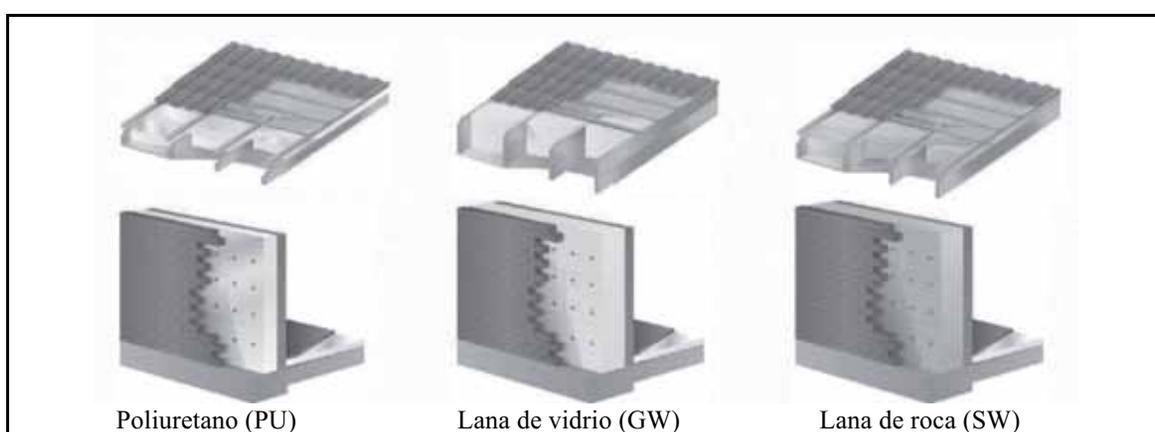


Figura 1. Soluciones constructivas para aislamiento de cubiertas inclinadas y fachadas con cámara mostrando la relación real de espesor de aislamiento

El Análisis de Ciclo de Vida muestra que, en el contexto del edificio, todas las soluciones de aislamiento muestran unas prestaciones ambientales muy similares. Se puede derivar también que la contribución del material aislante a la carga global ambiental del edificio es muy pequeña. Incluso en los edificios de energía casi nula, la energía consumida en la fase de uso del edificio constituye una contribución muy superior al calentamiento global de la que aportan los materiales de construcción y los aislamientos. Por otro lado, el AP, EP y POCP de los materiales superan los originados por el gasto energético del edificio.

El análisis económico muestra que la solución constructiva con poliuretano tiene un menor coste de ejecución, si bien este resultado no puede generalizarse a todos los tipos de soluciones constructivas ni a todos los tipos de edificios.

5. PARTE 2: IMPACTO DEL AISLAMIENTO EN REHABILITACIÓN. INFLUENCIA DE LA LIMITACIÓN DE ESPESOR

En la segunda parte se considera un caso típico de rehabilitación. Se ha considerado que la fachada existente se aísla añadiendo aislamiento por la cara interior del muro exterior (trasdosado interior) de forma que los propietarios o usuarios del inmueble no pierdan espacio interior. Por tanto, el espesor de la capa aislante a instalar se limita a 50 mm en todos los casos. La superficie de fachada a aislar en el edificio modelo es 134 m².

La limitación del espesor origina diferentes valores de U para las diferentes soluciones constructivas, según el material aislante empleado. A su vez eso ocasiona diferentes niveles de consumo de energía en la fase de uso del edificio, siendo la solución con poliuretano la que ofrece mayores ahorros de energía.

Tabla II. Comparativa entre las prestaciones de las diferentes soluciones de rehabilitación energética

Aislante	PU	EPS	SW	GW
Espesor mm	50	50	50	50
Densidad kg/m ³	32	30	39	24
Lambda W/m·K	0.023	0.034	0.037	0.036
Valor de U W/m ² ·K	0.36	0.47	0.54	0.54
Superficie pared m ²	134	134	134	134
PU: Poliuretano EPS: Poliestireno expandido SW: Lana de Roca GW: Lana de vidrio				

El BRE propuso dos sistemas diferentes de instalación del aislamiento, representativos de la práctica habitual de instalación de los diferentes materiales. El poliuretano y poliestireno se fijan con pasta de agarre, y la lana de vidrio y lana de roca con una estructura de madera (fig. 2).

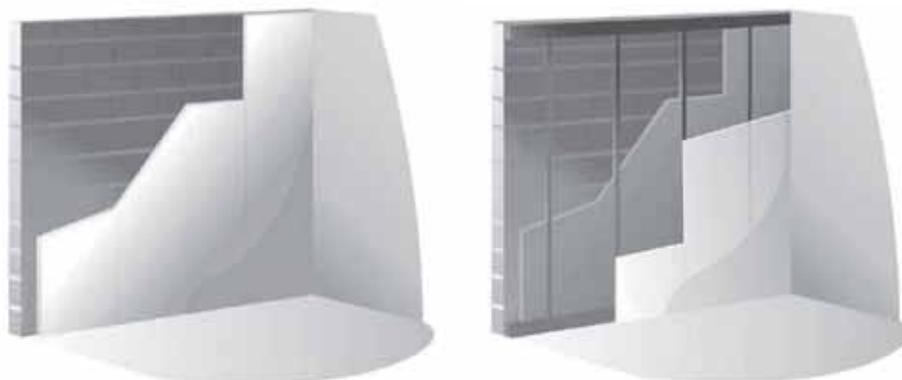


Figura 2. Técnicas de instalación utilizadas para poliuretano y poliestireno (izquierda) y lana de vidrio y lana de roca (derecha)

El Análisis de Ciclo de Vida muestra que, en el contexto del edificio, todas las soluciones de aislamiento tienen unas prestaciones ambientales globales similares. Los mayores ahorros energéticos durante la fase de uso de la solución con poliuretano compensan el mayor impacto debido al propio material de PU en todos los indicadores.

El análisis económico muestra que en todas las soluciones constructivas recogidas en este capítulo, la solución con poliuretano tiene el menor coste a lo largo de todo el ciclo de vida del edificio.

6. CONCLUSIONES

El aislamiento es un elemento clave para la construcción sostenible.

La selección del material aislante no puede segregarse del contexto del edificio.

Los materiales aislantes, en general, tienen una baja influencia sobre las prestaciones ambientales globales del edificio – incluso en el caso de edificios de energía casi nula. Comparados entre sí, los materiales aislantes más comunes muestran unas prestaciones ambientales muy similares cuando se evalúan en el contexto del edificio y a lo largo de todo su ciclo de vida.

La elección de los materiales aislantes debería basarse en primer lugar, y principalmente, en su capacidad para proporcionar las mejores prestaciones energéticas del edificio y mantener esas prestaciones a lo largo de toda la vida útil del mismo.

La conductividad térmica y la densidad del aislamiento son propiedades críticas a tener en cuenta en la evaluación del ACV, puesto que definen la cantidad de material necesario y sus efectos sobre el resto de los elementos constructivos y, por tanto, sobre sus prestaciones ambientales y su coste global.

Las soluciones con poliuretano en edificios de bajo consumo ofrecen un bajo coste en su ciclo de vida.

Metodología de la ecoinnovación PDCA, aplicada al prototipo de fachada vegetal aljibe Naturpanel en el Proyecto SOS-Natura

Luis A. Alonso, Rocío Carabaño, Mariana Chanampa, Jesús García, Raquel Guerra, M.Carolina Hernández-Martínez, Jorge Orondo, Diego Ruíz, M. del Alba, V. de la Rosa, Pilar Vidal, Alfonso García-Santos, Francesca Olivieri, César Bedoya.
Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

Resumen: Este artículo expone la metodología de trabajo desarrollada en las investigaciones del Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas de la UPM, basada en el concepto de ecoinnovación, y en la normativa AENOR de Ecodiseño (UNE-EN ISO 14006), en normativas relacionadas como la UNE-EN ISO 9001 y 14001, entre otras.

Dicha metodología considera los aspectos medioambientales desde las primeras fases de la investigación, para aumentar la ecoeficiencia de las propuestas producidas, de manera que satisfagan las necesidades humanas y proporcionen una mejor calidad de vida, a la vez que reduzcan progresivamente los impactos ambientales y la intensidad de consumo de recursos a lo largo de su ciclo de vida, hasta un nivel, al menos, en línea con la capacidad de asimilación de la Tierra.

El objetivo de esta comunicación es explicar y dar a conocer, mediante ejemplos concretos, dicha metodología; los beneficios de la misma y cómo influye su utilización en el diseño arquitectónico de fachadas vegetales.

Área temática: Calificación medioambiental y energética: herramientas, estándares y sellos en la edificación.

Palabras clave: ecoinnovación, ecodiseño, construcción sostenible, análisis de ciclo de vida, fachada vegetal.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes retos arquitectónicos a día de hoy, es la asunción del “escenario 450” en el que la Agencia Internacional de la Energía (AEI) presenta un modelo alternativo para la construcción [7], tanto a nivel de diseño arquitectónico como urbano, basado en la ecoinnovación y que promueve una mayor eficiencia energética y un menor impacto ambiental. Desde las administraciones y colegios profesionales de todo el mundo, se está tratando de poner remedio al problema de la ineficiencia energética de nuestras edificaciones, pero estas iniciativas pierden fuerza cuando, a la hora de construir la envolvente del edificio, se utilizan técnicas arcaicas, mal evolucionadas y poco adaptadas a las exigencias de nuestros días [2, 3].

El proyecto de investigación SOS-Natura, Soluciones Arquitectónicas Vegetales, asume como propio este reto planteado por la AEI y busca dar respuesta, mediante la aplicación de la metodología de la ecoinnovación, a los problemas de eficiencia energética y de impacto ambiental que se plantean en las fachadas de las edificaciones.

Además de este gran reto, esta investigación cuenta con el valor añadido de que se busca revitalizar mediante la I+D+i y la ecoinnovación, el sector de la construcción que ha sido tradicionalmente motor de la economía española y que, en la actualidad se encuentra deprimido. En el caso que nos ocupa, su revitalización se fundamenta en el cambio a un modelo más sostenible, basado en sistemas de alta tecnología, que permitan reinventar un elemento de fachada, a nivel de fabricación y puesta en obra, para ofrecer soluciones tanto en el campo de la obra nueva como en el de la rehabilitación.

Esta comunicación desarrolla de forma pormenorizada la metodología de actuación en cuatro campos diferentes y conectados dentro del Proyecto, basándose en las siguientes herramientas:

- a) Simulación energética: Analiza las propuestas de mejora de los sistemas a nivel teórico, conociendo los resultados finales en un corto espacio de tiempo y con un mínimo coste. Ayuda a analizar las distintas opciones de mejora y a determinar la que mejor se adapta a las necesidades de la investigación.
- b) Monitorización: Permite la comprobación real, seguimiento y cuantificación de las características térmicas y acústicas que proporcionan las soluciones planteadas como objeto de estudio.
- c) ACV: Consiste en evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad, cuantificando el uso de materia, energía y emisiones, para determinar el impacto que ese uso de recursos y esos vertidos producen en el medio ambiente, y llevar a la práctica mejoras ambientales.
- d) Evaluación ambiental: Soporta la toma de decisiones hacia la consecución de la sostenibilidad, proporcionando una evaluación de la investigación al aportar la información relativa a la sostenibilidad de manera estructurada.

2. OBJETIVOS

El proyecto SOS-Natura tiene como objetivo fundamental ecodiseñar, mediante una metodología de trabajo propia basada en el concepto de ecoinnovación, soluciones arquitectónicas para fachada que integren elementos vegetales que permitan mejorar la eficiencia energética del edificio a lo largo de todo su ciclo de vida.

Uno de los principales objetivos de dicha metodología es desarrollar soluciones constructivas sostenibles e innovadoras que contribuyan a mejorar la eficiencia energética del edificio a lo largo de todo su ciclo de vida. La metodología está orientada a obtener soluciones ecodiseñadas orientadas al mercado, por lo que un objetivo desde el punto de vista industrial es el desarrollo de sistemas en los que prime la flexibilidad, adaptabilidad, aplicabilidad y sencillez constructiva. En la medida de lo posible, los sistemas se deberían poder construir en fábrica, con los beneficios en seguridad, calidad y economía que esto conlleva y beneficiarse de una mejora en los tiempos de construcción de gran parte de los edificios actuales. Otro objetivo desde esta perspectiva es que los sistemas ecodiseñados deben requerir un mantenimiento mínimo (bajo coste) y ser aplicables tanto en edificios nuevos como en los ya existentes, para potenciarlos como herramienta de rehabilitación energética [5].

3. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

La ecoinnovación considera los aspectos medioambientales y energéticos desde las primeras fases de la investigación para aumentar la eficiencia de las propuestas producidas, de manera que satisfagan las necesidades humanas y proporcionen calidad de vida, a la vez que reducen progresivamente los impactos ambientales y el consumo de recursos a lo largo de su ciclo de vida, hasta un nivel que esté al menos en línea con la capacidad de asimilación de la Tierra [9].

En la vertiente ambiental, se trata de que el uso de la ecoinnovación en el diseño de los sistemas constructivos haga que contribuyan a la mejora de la eficiencia energética (Directiva 2002/91/CE), así como a la reducción de los impactos ambientales asociados a este sector [4].

A su vez, el sistema constructivo deberá estar concebido con aquellos materiales y productos que permitan disminuir el impacto ambiental de los edificios a lo largo de todo su ciclo de vida, de forma que, tanto el proceso de fabricación como los materiales empleados, sean respetuosos con el medio ambiente y no generen residuos con una complicada gestión al final de su ciclo de vida. Para asegurar el cumplimiento de este objetivo se utilizará la metodología del Análisis de Ciclo de Vida que, además, permitirá identificar los aspectos a optimizar en el diseño del sistema constructivo [10]. La ecoinnovación viene siendo utilizada, mejorada y evolucionada desde hace más de treinta años y se articula a través de una metodología dinámica tipo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar)

[8] que permite identificar los "puntos críticos" de un proceso y, posteriormente, desarrollar y evaluar las diferentes alternativas.



Figura 1. Metodología de control de calidad PDCA (Plan-Do-Check-Act) Planificar, Hacer, Actuar, Verificar, basado en las investigaciones realizadas por P. C. Palmes 2010

Este sistema de trabajo permite respaldar la toma de decisiones gracias a las aportaciones de cuatro líneas permeables de trabajo, que analizan problemas y proponen soluciones desde los campos fundamentales del proceso de diseño: simulación energética, monitorización y ensayos empíricos, análisis del ciclo de vida (ACV) y evaluación ambiental.

3.1. Simulación energética

El principal objetivo de la simulación del comportamiento energético de los nuevos sistemas y elementos vegetales propuestos en esta investigación, es cuantificar el ahorro energético generado y estudiar su comportamiento higrótérmico.

La utilización de la simulación energética asistida por ordenador, como método de ensayo integrado y complementario con los ensayos empíricos, permite, una vez calibrada con los datos obtenidos por el grupo de monitorización en los ensayos empíricos, un ahorro de costes en la investigación. A su vez, abre las puertas a la posibilidad de realizar baterías de ensayos, que serían inviables si se tuvieran que realizar mediante la experimentación en laboratorio.

La simulación ofrece un apoyo al Análisis de Ciclo de Vida, calculando datos relativos al consumo energético a lo largo de la fase de uso de las distintas soluciones propuestas, facilitando el diseño de los diferentes escenarios de estudio. Sin el apoyo de la simulación energética sería más complicado hacerse una idea clara de los consumos de las soluciones de fachada durante la fase de uso.

Para mostrar cómo la simulación ayuda al ecodiseño, a continuación se expone un ejemplo de resultados obtenido en la investigación: utilizar los módulos vegetales tipo Naturpanel aljibe, desarrollados en el proyecto SOS-Natura para fachadas multicapa que utilizan lana mineral con una resistencia (R) de 0,031 W/m²·K, lleva a una reducción de 3,56 cm del aislamiento térmico estudiado para las condiciones térmicas de Madrid.

En este tipo de fachadas, para obtener un valor U de 0,3W/m²·K, con el Naturpanel aljibe vegetado, el espesor de lana mineral es de 9 cm. Por el contrario, para el mismo tipo de fachadas, si queremos obtener el mismo valor U prescindiendo del panel vegetal Naturpanel aljibe, el espesor de lana mineral de dicha composición debería ser de 12,59 cm. Gracias a estos datos obtenidos mediante la simulación, se concluye que el aporte del módulo Naturpanel a nivel de aislamiento, equivale a 3,59 cm de lana mineral para las condiciones térmicas de Madrid.

En este caso, no sólo se ha tenido en cuenta la relación entre la fachada SOS-Natura y sus aportaciones al confort higrotérmico interior, sino que también se ha estudiado la interacción entre la vegetación y su entorno. Para ello se han realizado simulaciones en varios escenarios, a través del software libre ENVI-met v. 3.1, evaluando su influencia en la calidad del aire y mejora del confort urbano en función de varios parámetros: orientación solar, ratio alto/ancho de calle, dirección del viento y proporción de contaminantes.

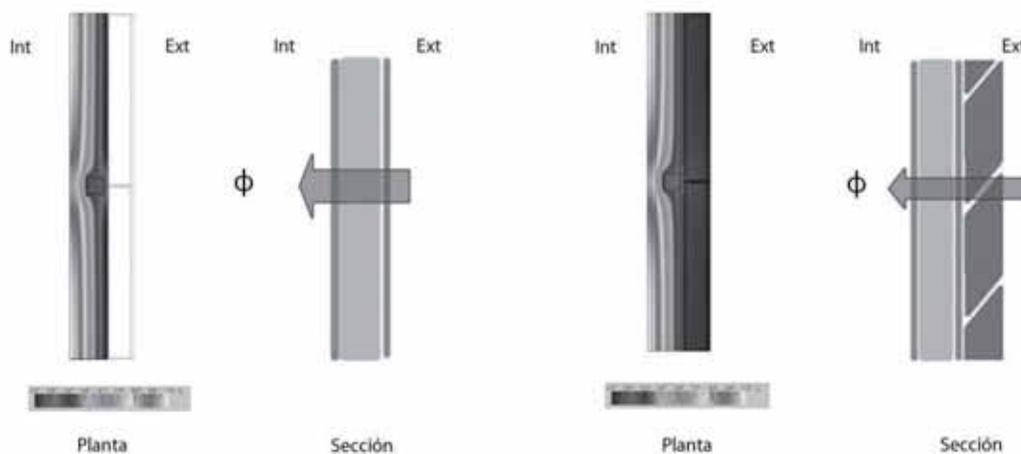


Figura 2. Simulación energética del comportamiento de la influencia del panel vegetal aljibe en la transmisión de calor a través del cerramiento ligero en estudio.

3.2. Monitorización

El objetivo de la monitorización es la comprobación, seguimiento y cuantificación de las características térmicas y acústicas que proporciona la fachada vegetal SOS-Natura.

La construcción de su prototipo permite ensayar a escala real el sistema y detectar posibles inconvenientes surgidos de su puesta en obra, además de la realización de ensayos a largo plazo y obtención de datos reales que puedan ser continuamente comparados con aquellos obtenidos de la simulación. Gracias a este proceso, no sólo comprobamos los resultados teóricos sino que afinamos de manera constante las futuras modelizaciones. Es un balance de ajuste continuo, innovador y necesario para el ecodiseño.

El análisis térmico se está llevando a cabo mediante la comparación continua de dos módulos prefabricados experimentales y adiabáticos, salvo en el paramento vertical de la fachada vegetal, de iguales dimensiones y características. Uno lleva incorporado el sistema innovador y el otro módulo un sistema convencional. Cada módulo está acondicionado con un sistema de climatización que garantiza su temperatura constante en un rango de temperaturas previamente definido (20 °C etapa invernal, 26 °C etapa estival).

Ambas fachadas-probeta tienen unas dimensiones de 1,8 metros de ancho y 2,8 metros de alto. Se registran los datos térmicos mediante termopares en las sucesivas capas que componen el sistema constructivo, sensores de flujo de calor en el centro geométrico de la fachada en su cara interior, sensores de parámetros ambientales interiores y exteriores de cada módulo (temperatura, humedad relativa, flujo térmico y conductividad térmica) y mediante una estación meteorológica (dirección y velocidad de viento, radiación, humedad relativa, temperatura y pluviometría).

El análisis acústico se realizará mediante mediciones in situ del aislamiento a ruido aéreo, tal como se indica en la norma UNE EN ISO 140-5 (1998) parte 5, apoyándose además en el Documento Básico HR: Protección frente al ruido del Código Técnico de la Edificación.

3.3. Análisis del ciclo de vida (ACV)

Un claro ejemplo de cómo el ACV ha intervenido en las primeras etapas del desarrollo del producto lo constituye la evaluación ambiental del contenedor Naturpanel aljibe, donde se desarrolla la vegetación de la fachada.

Para la búsqueda de alternativas de materiales para el contenedor, se barajaron únicamente los materiales poliméricos que permitiesen la fabricación de componentes por moldeo por inyección, debido a que ya se disponía de un molde para tal fin. Para la aplicación en cuestión y como resultado de una búsqueda previa en la bibliografía al uso [6, 1], se consideraron como alternativas válidas el polietileno de alta densidad (HDPE), el polipropileno (PP) y el poliestireno de alto impacto (HIPS). Esta decisión se fundamentó en la amplia presencia de estos polímeros en la industria del plástico y su buen comportamiento durante la fase de procesado (moldeo por inyección). Por otro lado, estos materiales cumplen en todo momento con las especificaciones técnicas exigidas al contenedor.

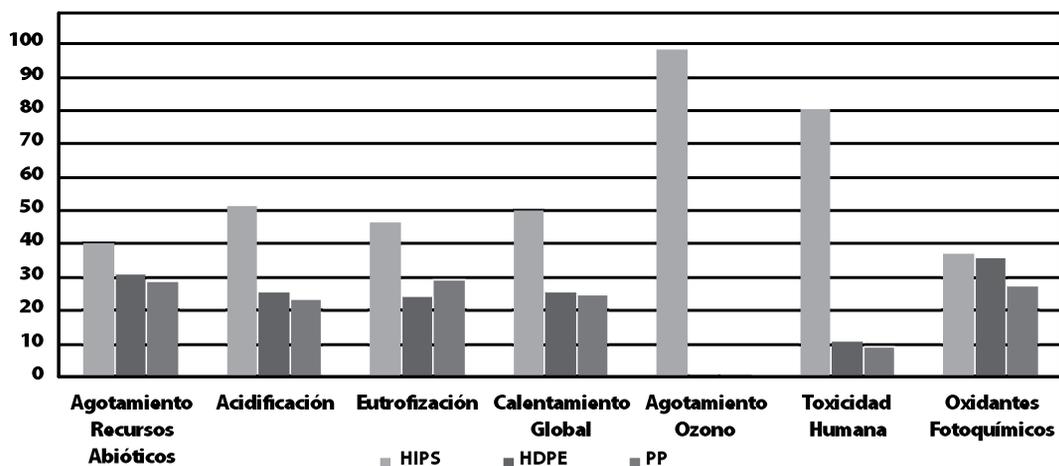


Figura 3. Contribución relativa con respecto al total de los impactos de los tres materiales analizados para la fabricación del contenedor

Se llevó a cabo un ACV de estos tres polímeros, con el fin de aportar información ambiental que ayudase a la toma de decisiones en la elección del material del contenedor. En dicho análisis se tuvo en cuenta la diferencia de densidades entre estos tres materiales. En la figura 3 se muestra la contribución relativa de cada uno de los tres contenedores con respecto a la suma de sus impactos, analizados según la metodología CML 2001.

De la gráfica se desprende que el contenedor de poliestireno de alto impacto (HIPS) es el que presenta mayores contribuciones en todas las categorías de impacto. A su vez se observa que el contenedor de polietileno de alta densidad (HDPE) presenta, con respecto al de polipropileno (PP), mayores valores en todas las categorías excepto para la eutrofización. Partiendo de esta información, el material con que se realiza el contenedor tiene como base el polipropileno.

3.4. Evaluación ambiental

Se puede definir como un proceso que dirige la toma de decisiones hacia la consecución de la sostenibilidad. Cubriendo diferentes fases del ciclo de vida y teniendo en cuenta distintos factores, proporciona una evaluación entendible de la investigación, usando un conjunto de criterios y objetivos comunes y verificables, aportando la información relativa a la sostenibilidad de manera estructurada.

La mayoría de las metodologías de evaluación ambiental están basadas en un sistema de criterios e indicadores asociados, repartidos en categorías, a través de los que se analiza y evalúa el rendimiento

de los edificios, otorgándoles una valoración. Aunque las categorías no deberían ser tratadas por separado, al ser los materiales y sistemas constructivos de los aspectos más significativos en el estudio de los edificios, requieren que para su definición se consideren los criterios contemplados en las metodologías reconocidas, además de las exigencias de proyecto y presupuesto.

El proceso de diseño requiere el desarrollo constante de alternativas que deben ser evaluadas, evolucionadas y finalmente optimizadas para alcanzar la combinación más efectiva de las mismas.

4. CONCLUSIONES

La metodología de ecoinnovación propuesta en esta comunicación, basada en la interacción de las cuatro líneas de investigación ya descritas, permite ecodiseñar productos arquitectónicos más eficientes y de calidad. Los ejemplos realizados en el proyecto de investigación SOS-Natura muestran cómo el sistema de trabajo evalúa, refina y mejora las soluciones de ecodiseño, mediante los datos validados por la monitorización aportados por la simulación y el ACV, para así tomar decisiones en el proceso de diseño como la reducción de 3,59 cm en el espesor del aislamiento térmico o la utilización de materiales que tienen como base el polipropileno para fabricar el contenedor Naturpanel aljibe.

5. AGRADECIMIENTOS

El equipo SOS-Natura UPM agradece al Ministerio de Ciencia e Innovación su subvención dentro del Plan Nacional de Investigación científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (Plan de I+D+i), Programa Nacional de cooperación Público-Privada, subprograma Innacto, convocatoria 2010.

Los autores quieren agradecer la colaboración de la empresa líder del proyecto, Intemper Española, S.L., así como de los socios del proyecto: Tecnalia y Ametslab, S.L.

Parte del equipo investigador desarrolla su labor dentro del Programa Propio de Formación de Personal Investigador de la Universidad Politécnica de Madrid.

6. REFERENCIAS

- [1] CAMPO, E. A. (2008): "Selection of polymeric materials: how to select design properties from different standards". New York. William Andrew Publishing.
- [2] ENGLISH HERITAGE (2008): "Energy conservation in traditional buildings" English Heritage Program.
- [3] GROESSER, S. N. Groesser, ULLI-BEER, S. y MOJTAHEDZADEHM M. T. (2006): "Diffusion Dynamics of Energy-Efficient Innovations in the Residential Building Environment". 24th International Conference of the System.
- [4] MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2000): "Libro Blanco del Agua", Madrid
- [5] MINISTERIO DE VIVIENDA (2009): "Plan Estatal de Vivienda y Rehabilitación 2009-2012".
- [6] MYER K. (2002) "Handbook of Materials Selection". John Wiley & Sons.
- [7] NIETO, J. y LINARES, P. (2011): "Cambio Global España 2020/50. Energía, Economía, Sociedad". Resumen ejecutivo. Fundación Conama, Centro Complutense de Estudios e Información Ambiental.
- [8] P. C. PALMES, P.C. (2012): "PDCA :planificar, hacer, verificar, actuar." Asociación Española de Normalización y Certificación, (AENOR).
- [9] UNE-EN ISO 14006:2011. Sistemas de gestión ambiental. Directrices para la incorporación del ecodiseño. (ISO 14006:2011).
- [10] WONG, N.H., Kwang Tan, A.Y. et al (2009): "Energy simulation of vertical greenery systems, Building and Environment", vol. 41, pp. 1401-1408.

Proyecto Eco-City – Hacia viviendas de emisiones casi cero

F. Serna. CENER

Resumen: El 40 % del consumo total de energía en la Unión corresponde a los edificios, y se prevé que este valor vaya en aumento. Es por ello, que el Parlamento Europeo a través de la Directiva Europea 2010/31/UE, de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios, obliga a los estados miembros a que en 2020 todos los edificios de nueva construcción sean de alta eficiencia energética. En este artículo se presenta un ejemplo demostrativo, que puede indicar por donde puede ir el camino para conseguir el cumplimiento de esta directiva. En él se muestra un caso práctico consistente en una promoción de 36 VPO en 2 torres, situado en el barrio Queiles de Tudela, con unas especificaciones térmicas muy exigentes, cuyas necesidades de calefacción y ACS son suministradas mediante calderas de biomasa. La instalación va provista de un sistema muy eficiente de gestión de calor en viviendas, mediante centralitas individualizadas distribuidoras de energía. Además, una de las torres presenta una instalación fotovoltaica de 22kW que contribuye a reducir el impacto energético y de emisiones de los consumos eléctricos de las viviendas. Por último, los edificios poseen un sistema de monitorización, tanto en la sala de calderas como en cada una de las viviendas, obteniéndose datos tanto del lazo primario (producción, acumulación, pérdidas, rendimientos...), como en el lazo secundario (consumos de calefacción, ACS, electricidad y temperaturas interiores) de las viviendas.

Área temática: Casos prácticos

Palabras clave: Eficiencia energética, emisiones CO₂, rentabilidad

1. INTRODUCCIÓN

En el año 2005 se firma con la Comisión Europea el proyecto Eco-City “*Joint Eco City developments in Scandinavian in Spain*” dentro de la convocatoria CONCERTO perteneciente al 6º Programa Marco, formado por un consorcio Escandinavo-Español, con el objetivo de desarrollar proyectos de edificación (tanto de obra nueva como de rehabilitación) con estándares energéticos muy exigentes, y con un uso muy importante de energías renovables.

A pesar de que por aquella fecha, no había una percepción clara por parte de la Comisión Europea de la necesidad de ahondar normativamente en el desarrollo de edificios de energía casi nula, la alta exigencia en los estándares constructivos exigidos a los edificios que se construyeran en Tudela, hace que los que se han llevado a cabo, puedan, tal como se han desarrollado, incluirse en el grupo de los primeros edificios de energía casi nula que se han construidos antes de la aprobación de cualquier normativa regulatoria nacional al respecto.

2. OBJETIVO

El objetivo de este proyecto, no es solo el de desarrollar viviendas con unos requerimientos térmicos elevados, sino también demostrar que el sobrecoste de este tipo de viviendas, está sobradamente justificado, convirtiéndolo en una inversión rentable desde un punto de vista económico, además de contribuir a una disminución de la dependencia del exterior de combustibles fósiles en España, y disminuir las emisiones de efecto invernadero a la atmosfera. En los apartados siguientes se mostrará que los ahorros energéticos producidos con la incorporación de estas medidas de mejora, son sobradamente importantes como para compensar el sobrecoste de dichas medidas.

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Antecedentes

Aunque, el proyecto se firmó a finales del año 2005, retrasos en la aprobación del nuevo planeamiento urbanístico, coincidiendo con los efectos de la burbuja inmobiliaria, provocó que no fuera hasta los años 2009-2010 que se empezaran a construir las nuevas viviendas del barrio Queiles en Tudela, con las especificaciones que dictaba el proyecto Eco-City.

A día de hoy, y gracias al Ayuntamiento de Tudela y del esfuerzo de muchos técnicos involucrados, se han construido 154 viviendas, todas ellas de VPO, con estos requerimientos, habiéndose entregado la mayoría de ellas, y empezándose a ocupar desde finales del mes de febrero de 2012.

La promoción analizada en este artículo, está totalmente finalizada y sus viviendas entregadas desde principios de febrero de 2012,

3.2 Descripción de la promoción

El proyecto consta de 36 VPO locales y trasteros, que ha sido desarrollado por el estudio de arquitectura DG Arquitectura S.C.P. , y promovido por IAS GESTION, está formado por 2 torres similares de B+4, en las que se distribuyen 1 vivienda de 4 dormitorios, 26 de 3 dormitorios y 9 de 2 dormitorios. En la distribución de las viviendas se ha buscado la ventilación cruzada y la doble orientación de las mismas.

Desde un punto de vista de la definición constructiva, la composición de los cerramientos más significativos desde un punto de vista de su influencia en las demandas térmicas del edificio, se pueden ver en la siguiente tabla:

Tabla I. *Composición de los diferentes cerramientos. Cerramiento exterior*

<i>Cerramiento exterior</i>	Espesor (cm)
- ½ asta de ladrillo cerámico cara vista en color blanco/negro	12.0
- Mortero hidrófugo	1.5
- Aislamiento térmico de lana de roca	5
- Cámara de aire sin ventilar	2
- Trasdosado de perfilaría autoportante de acero galvanizado	4.8
- Aislamiento térmico de lana de mineral	5
- Placa de yeso tipo pladur	1.5

Tabla II. *Composición de los diferentes cerramientos. Cubierta*

<i>Cubierta</i>	Espesor (cm)
- Canto rodado	6.0
- Lámina geotextil	-
- Aislamiento térmico de poliestireno extrusionado	10.0
- Doble tela asfáltica	-
- Hormigón ligero con arlita en formación de pendientes	4.0
- Losa de hormigón armado "in situ"	25.0
- Aislamiento térmico de lana de roca	5.0
- Falso techo continuo de yeso tipo pladur	1.3

Tabla III. Composición de los diferentes cerramientos. Entre viviendas y locales no calefactados

<i>Cerramiento entre viviendas y locales no calefactados</i>	Espesor (cm)
- Suelo flotante laminado color roble	1.0
- Solera de hormigón con árido silíceo	5.0
- Aislamiento poliestireno extrusionado	4.0
- Lámina antipacto	1.0
- Losa de hormigón armado "in situ"	25.0
- Aislamiento térmico de lana de roca	9.0
- Falso techo continuo de yeso tipo pladur	1.5

Las ventanas instaladas en la obra están compuestas de carpintería de madera tratada y barnizada con vidrios sunguard E-performance 4/12/3+3 en fachadas suroeste y sudeste y vidrio climaguard NL 4/12/3+3, en el resto.

En resumen, y a modo de primera cuantificación de la calidad térmica de estas viviendas, se muestran las siguientes reducciones en los estándares sobre lo exigido en el DB-HE1, para la zona climática D, donde se localiza esta promoción:

Tabla IV. Transmitancia térmica de los cerramientos

<i>Transmitancia térmica de los cerramientos</i>	Ulim zona D (W/m ² K)	Ulim Proyecto (W/m ² K)	% Mejora
Transmitancia muros de fachadas	0.66	0.3	54.5
Transmitancia de cubiertas	0.38	0.2	47.3
Transmitancia de suelos	0.49	0.25	48.9
Transmitancia huecos Norte	3.0	1.8	40.0
Transmitancia huecos sur	3.5	1.8	48.6

Si nos referimos a los sistemas, la instalación de calefacción y ACS esta compuesta por calderas de biomasa de 62kW cada una, alimentada por pellets, las cuales calentarán el agua en recirculación, suministrando el calor necesario a través de una instalación en circulación acelerada, con un rango de trabajo para calefacción comprendido entre 30° C y 85° C. la distribución se realiza a través de dos redes bitubulares, una por bloque. En los TICC's (terminal individual de calefacción centralizada) situados en patinillos, y por medio de un intercambiador, se cederá el calor de la red centralizada a la red individual de vivienda. Desde los TICC's y con otro intercambiador, se prevé la producción de A.C.S. convencional, con un rango de trabajo de 40° C a 65° C, siendo la temperatura de producción de A.C.S. habitual de 45° C.

Además, uno de los edificios cuenta con una instalación fotovoltaica de 22kW de potencia, conexas a red, compuesta de 100 paneles de 220kWp cada uno.

4. DATOS Y RESULTADOS

4.1 Estimación de demandas y consumos. Análisis energético

A pesar de que los edificios poseen un sistema de monitorización, capaz de obtener datos horarios de consumos de calefacción, de ACS, y de electricidad, de cada una de las viviendas, entre otros parámetros, el retraso producido en las entregas de las mismas, hace que sea necesario esperar a que transcurra un año completo para obtener datos relevantes del comportamiento real del edificio (a día de hoy apenas disponemos de 2 semanas de datos, y sólo de las viviendas que están ocupadas). Por ello, y a la espera de esos datos, se van a analizar los resultados obtenidos de las simulaciones realizadas con CALENER VYP.

La estimación de demandas y consumos, se ha realizado con el programa oficial de calificación energética CALENER VYP, y para uno sólo de los edificios, (ya que estos son muy similares y los resultados serían casi idénticos). El modelado del edificio se puede ver en la siguiente figura:

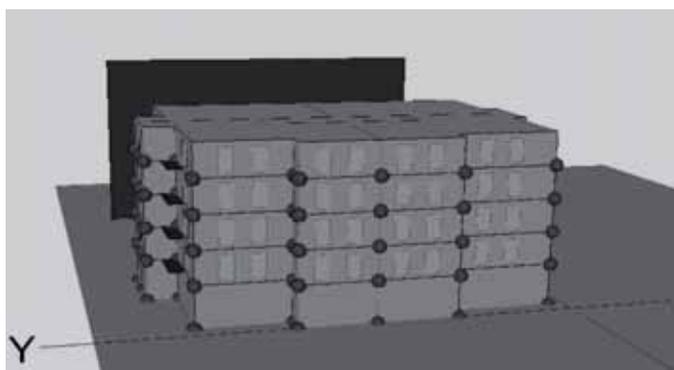


Figura 1. Modelado en CALENER VYP del edificio analizado.

Los resultados de la simulación, tanto del edificio objeto de estudio como el de referencia pueden verse en la siguiente tabla:

Tabla V. Resultados de demandas del edificio en CALENER VYP

<i>Demanda energética por aspectos (kWh/m²)</i>	<i>Edificio de Referencia</i>	<i>Edificio Queiles</i>
Pérdidas por cerramientos exteriores (inc. huecos)	-51.88	-23.13
Pérdidas por puentes térmicos	-20.82	-5.51
Pérdidas por ventilación e infiltraciones	-34.61	-35.98
Ganancias solares	13.47	10.16
Ganancias internas	24.92	25.69
Balance energético total	-68.93	-28.77

Como puede verse de los resultados anteriores, el edificio objeto de estudio construido en el barrio Queiles, presenta una reducción de demandas con respecto al edificio de referencia de

más del 58%. Es muy reseñable destacar que las pérdidas por ventilación e infiltraciones son muy cuantiosas y del mismo orden en ambos edificios. Esto quiere decir que si se hubieran instalado sistemas de recuperación de calor del aire de ventilación, con rendimientos del 60% (rendimientos habituales en productos existentes en el mercado), se podría haber obtenido disminuciones teóricas en la demanda global de calefacción del edificio objeto del orden del 90% respecto al edificio de referencia.

Desde un punto de vista de consumos energéticos, si se contabilizan además de la calefacción y el ACS, los consumos en iluminación y equipamiento de las viviendas, y la producción energética de la instalación fotovoltaica instalada en la cubierta del edificio, se obtiene el siguiente cuadro de balance energético global:

Tabla VI. Resultados de consumos del edificio

<i>Consumos energéticos final según origen , por vivienda (kWh/m² año)</i>	<i>Edificio Queiles</i>
Consumo anual de calefacción (Calener VYP)	29.7
Consumo anual de ACS (Calener VYP)	14.5
Consumo anual por iluminación y equipamiento (IDAE) ¹	15.5
Producción anual de la instalación fotovoltaica 22KWp (PVsol)	-16.8
Balance energético total	42.9

Como puede verse en la tabla anterior, el consumo de energía final para cada vivienda es de 42.9 kWh/m² muy inferior al de una vivienda habitual actual. Además, en términos de emisiones de CO₂, y puesto que la calefacción y el ACS tienen como combustible de origen la biomasa, y las emisiones derivadas de la iluminación y el equipamiento, son compensadas por la instalación fotovoltaica, se estaría hablando de un edificio de emisiones cero.

4.2 Análisis económico

Para evaluar el impacto económico de los sobrecostes de este edificio, se ha realizado un análisis de rentabilidad de esta operación, comparando el sobrecoste de este edificio (por un lado las medidas pasivas, es decir, el incremento de aislamiento en todos los cerramientos exteriores, y la mejora en la calidad de los vidrios, y por otro lado los sistemas, las calderas de biomasa y la instalación de paneles fotovoltaicos) respecto con el que cumpliría estrictamente con el CTE (cerramientos según el DB-HE1, caldera de gas de condensación e instalación de captadores solares térmicos para cubrir el 60% de la demanda de ACS, según el DB-HE-4). Este sobrecoste se comparará con la diferencia en el flujo de caja anual derivados de los costes de operación y mantenimiento y de los ingresos (en el caso de la instalación fotovoltaica del edificio Quiles), entre cada una de las dos soluciones.

El análisis económico resultante de la comparación de ambas soluciones ha arrojado los siguientes resultados:

Tabla VII. Resultados económicos del edificio

¹ Se ha supuesto un consumo anual medio de 4000kWh año, en una vivienda de 80m², siendo el 31% de este consumo el derivado de los electrodomésticos, cocina e iluminación.

<i>Resultados del análisis económico² de las medidas pasivas del edificio Queiles</i>	
Sobrecoste aislamiento cubierta y suelos (€)	5.155 €
Sobrecoste aislamiento fachadas (€)	5.720 €
Sobrecoste huecos (€)	3.910 €
Sobrecoste en el sistema de biomasa respecto a gas+solar ACS (60%)	22.825€
Coste instalación fotovoltaica (€)	73.000€
Sobrecoste edificio Queiles (€)	110.610€
Cuota anual préstamo hipotecario del sobrecoste del edificio (€)	6.303 €
Valor actual Neto de la inversión .VAN (€)	129.549 €
Tasa interna de retorno de la inversión.TIR (%)	8.2%

Lo mas interesante de estos resultados radica en que la rentabilidad de la inversión es del 8.2%, bastante aceptable para operaciones con riesgo similar, además si esta inversión se financia (obviamente) dentro de un crédito hipotecario, el flujo de caja resultante es positivo desde el primer año. (Ver figura siguiente)

Figura 2. Flujo de caja resultante de la aplicación de medidas de ahorro.

5. CONCLUSIONES

Como conclusión final, y a pesar de que desde un punto de vista de diseño bioclimático, el edificio podría mejorarse, este ejemplo muestra que no es necesario recurrir a soluciones fuera del contexto habitual de la construcción, para conseguir edificios eficientes y de bajos niveles de emisiones de CO₂, dentro de unos márgenes de costes controlados y unos índices de rentabilidad³ mas que aceptables.

² Para la realización de este análisis económico se ha supuesto un crédito hipotecario de 25 años de duración al Euribor +1% de interés, un incremento del IPC del 2% y una tasa de descuento del 5%. Además se tomado un coste de 0.035€/kWh para la biomasa, y un incremento del precio ligado al IPC, 0.05€/kWh para el gas natural y 0.149€/kWh para electricidad., con un incremento anual del precio de los dos últimos del 4%

³ En el cálculo de ingresos por producción fotovoltaica, se ha supuesto el caso mas desfavorable, es decir, el que especifica el *Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre*, en el que la venta de electricidad se compensa con el gasto incurrido, lo que a la postre implica un precio de venta equivalente a la TUR.

Buildsmart: Edificios casi cero con soluciones de mercado

E. Barreiro, J.M. Campos, V. Sánchez, N. Tellado. Fundación Tecnalia Research & Innovation

Resumen: El aparentemente inalcanzable objetivo de ahorro energético que forma parte del programa 20-20-20 para 2020 adoptado por la Comisión Europea está forzando a impulsar medidas específicas para los sectores que más energía consumen en Europa.

Una de estas medidas específicas para el sector de la construcción es la directiva de edificios próximos a consumo cero, la llamada recast de la EPBD. La obligación de construir edificios de consumo próximo a cero supone un cambio importante en la forma de construir actualmente, razón por la que el sector ha de adoptar nuevas formas y tecnologías, muchas de ellas aún por experimentar.

El proyecto Buildsmart, cofinanciado por el 7º programa marco, tiene como objetivo principal demostrar que es posible construir edificios de muy bajo consumo energético de una forma innovadora y rentable. El proyecto incluye el diseño, construcción y monitorización de 6 nuevos edificios residenciales y 5 no residenciales en Suecia, Irlanda y España. Los edificios demostración tendrán un consumo de energía primaria por debajo de 60 kWh/m², para cuya consecución los usuarios finales tendrán un papel importante en el proyecto, pues uno de los objetivos es fomentar también un comportamiento responsable en el uso de la energía.

Área temática: Casos Prácticos de EECN

Palabras clave: Eficiencia energética, innovación, soluciones coste-eficiencia, monitorización, edificio inteligente

1. TEXTO PRINCIPAL

INTRODUCCIÓN.

El programa 20-20-20 para 2020 adoptado por la Comisión Europea está forzando a impulsar medidas específicas para los sectores que más energía consumen en Europa, como el de la construcción (se estima que consume un 40% de la energía primaria del continente) [1].

Una de las medidas encaminadas a impulsar la eficiencia energética por parte de la Unión Europea para el sector de la construcción es la directiva de edificios próximos a consumo cero, la llamada recast de la EPBD [2].

Para facilitar la adopción por los Estados Miembros de esta directiva, la Comisión Europea está cofinanciando diversos proyectos demostrativos en Europa a través del séptimo Programa Marco (FP7), que servirán como ejemplo de cómo habremos de construir en el 2020.

El presente artículo pretende contribuir a la reducción del consumo energético en el sector edificatorio a través de la presentación del proyecto Buildsmart, donde se van a diseñar, construir y monitorizar 6 nuevos edificios residenciales y 5 no residenciales en Suecia, Irlanda y España.

Los edificios serán monitorizados sistemáticamente durante un mínimo de un año, y se evaluará el rendimiento de los distintos componentes implementados. Este proceso de monitorización servirá para comparar la efectividad de distintas medidas de ahorro energético en distintas zonas climáticas europeas analizadas.

Estos edificios demostración son un buen ejemplo a gran escala, y actuarán como edificios ejemplarizantes para las futuras normativas que vayan a desarrollarse en los distintos países.

Los edificios demostración Buildsmart se caracterizan por las siguientes técnicas innovadoras:

- Envoltentes eficientes energéticamente con alta estanqueidad al aire y bajas pérdidas energéticas

- Instalaciones eficientes energéticamente con mínimo consumo de energía

- Técnicas pasivas de reducción de las demandas de calefacción y refrigeración

- Smart Grid, la mayoría de los edificios están conectados a redes energéticas renovables que suministran energía tanto para calefacción como para refrigeración

- Sistemas de ventilación con recuperación de calor

- Gestor energético integral

OBJETIVO.

El objetivo del proyecto Buildsmart es demostrar que es posible construir edificios de muy bajo consumo energético de una forma innovadora y rentable. El proyecto incluye el diseño, construcción y monitorización de 6 nuevos edificios residenciales y 5 no residenciales en Suecia, Irlanda y España. Durará 45 meses (2011-2015), cuenta con un total de 81.300 m² construidos, y tiene una cofinanciación de 5 millones de euros por parte del 7º programa marco de la Unión Europea a las 13 organizaciones que participan en el proyecto. Los edificios demostración tendrán un consumo de energía primaria por debajo de 60 kWh/m², para cuya consecución los usuarios finales tendrán un papel importante en el proyecto, pues uno de los objetivos es fomentar también un comportamiento responsable en el uso de la energía.

El proyecto tiene un alto potencial de replicabilidad, lo que contribuirá a la implementación de distintas soluciones innovadoras en un mercado a gran escala antes del 2020.

Todas las soluciones implementadas deben ser rentables económicamente, para lo que se calculará el retorno de la inversión de cada una de las medidas de ahorro de energía implementadas.

En España todos estos objetivos serán llevados a cabo a través del diseño, construcción y monitorización de un edificio social en Portugalete propiedad del Gobierno Vasco. En el presente artículo se recogen los resultados obtenidos hasta el momento durante la fase de diseño del edificio y que servirán de base para contrastar los datos que se obtendrán en la fase de monitorización.

PRESENTACIÓN RESUMIDA DE DATOS Y RESULTADOS.

La construcción de edificios de bajo consumo energético requiere de un diseño integral que contemple aspectos de minimización de la demanda del edificio mediante un diseño bioclimático, minimización del consumo mediante la incorporación de sistemas altamente eficientes, generación de energía mediante energías renovables, la gestión inteligente de la energía y por último la concienciación del usuario [3], [4]. La integración de estos aspectos en un edificio tiene como consecuencia la minimización de las emisiones de CO₂ a la atmósfera durante su fase de uso.

Con el objetivo de construir viviendas de menor consumo energético el Gobierno Vasco promueve soluciones de eficiencia energética en sus construcciones. Un ejemplo de ello es el edificio de viviendas sociales de Portugalete que ha sido promovido de por el Departamento de Vivienda y se encuentra financiado parcialmente por el proyecto europeo Buildsmart.



Después de los estudios energéticos realizados, el edificio de Portugalete cuenta con los siguientes elementos innovadores: Fachadas con gran aislamiento y estanqueidad al aire, muro Trombe, fachada de hormigón celular, muro cortina Intelliglass®, cubierta de agua, pinturas con nanotecnología, Vacuum insulated panels, sistema de ventilación con recuperación de calor y free cooling, CHPs y sistemas de paneles fotovoltaicos de alto rendimiento.

Figura 1. Imagen del edificio

Tabla I. Características constructivas y consumos energéticos del edificio de Portugalete

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DEL EDIFICIO DE PORTUGALETE	
Fachada/Muro Exterior U [W/m ² .K]	Fachada norte: 0,20 Fachada sur 1_Muro Trombe: 0,8 Fachada sur 2_Hormigón celular: 0,20 Fachada sur 3_Muro Cortina Intelliglass®: 1,9
Cubierta U [W/m ² .K]	Cubierta 1 y 2: 0,174 Cubierta 3_Cubierta inundable: 0,159
Forjados U [W/m ² .K]	Forjados que separan zonas calefactadas de no calefactadas: 0,4
Vidrios U [W/m ² .K]	Intelliglass® wall: 1,9 (estático, sin agua en circulación) Vidrios (ventanas): 1,69

Valor g	0,64
Tipo de elementos de sombreado	Estores exteriores y veneciana interiores
Infiltraciones	0,5 renovaciones/hora (Valor de cálculo en simulaciones)
Tipo de ventilación	Mecánica con recuperación de calor
CONSUMOS ENERGÉTICOS	
Consumo eléctrico [kWh/m².a]	17,48 kWh/m ²
Consumo calefacción [kWh/m², a]	29,13 kWh/m ² (gas/energía primaria)
Consumo refrigeración [kWh/m², a]	0 (Se anula mediante estrategias de control solar)
Consumo ACS [kWh/m², a]	25,77 kWh/m ² (gas/energía primaria)
GENERACIÓN DE ENERGÍA	
Instalación fotovoltaica	7,528 kWh/m ² (22,1 kW) (electricidad generada)
Micro CHP	2 MicroCHP: Potencia total: 12,839 kWh/m ² (Potencia: 25 kWt 11 kWe) (electricidad generada)
CONSUMO FINAL DEL EDIFICIO	47,45 kWh/m² (Energía primaria)

DESARROLLO Y DISCUSIÓN

METODOLOGÍA

Para poder obtener edificio de energía casi nula el proyecto Buildsmart contempla tres fases de desarrollo: fase de diseño, fase de construcción e implementación, y fase de monitorización.

A lo largo de todo el proceso se utilizan herramientas BIM (Building Information Modeling) como concepto innovador para la generación y gestión de datos durante el diseño, construcción y puesta en marcha de los edificios. A través de estas herramientas se hace un seguimiento de todos los elementos que componen el edificio y se reduce el tiempo de diseño. Esta metodología “inteligente” permite diseñar edificios más sostenibles y establece estrategias de diseño que conducen a la optimización energética y económica del edificio.

Los estudios energéticos han sido elaborados con herramientas dinámicas que proporcionan interoperabilidad con modelos BIM, como son DesignBuilder, EnergyPlus, Ecotect.

IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA AL EDIFICIO DEMOSTRADOR DE PORTUGALETE: FASE DE DISEÑO

El cálculo del consumo ha tenido en cuenta todos los tipos de usos de energía: el consumo de calefacción y refrigeración, calentamiento de agua, así como el consumo de electricidad, incluyendo la iluminación.

Partiendo de una configuración arquitectónica óptima del edificio se han realizado distintos análisis energéticos comparativos de soluciones constructivas tanto en cubierta como en fachada, así como de soluciones bioclimáticas. El edificio al componerse de tres bloques (portales) idénticos escalonados, permite comparar cada bloque entre sí con una configuración distinta tanto de cubierta como de fachada.

Las soluciones bioclimáticas aplicadas en cada bloque son las siguientes:

- El bloque **SUPERIOR** lleva muro cortina **Intelliglass®** en la fachada sur y una cubierta con una **lámina de agua**. El **Intelliglass®** se ha sustituido en esta fase por un muro adiabático.
- El bloque **CENTRAL** no lleva ningún sistema adicional en fachada y tiene una cubierta **fotovoltaica**.

- El bloque **INFERIOR** está compuesto por un **muro Trombe** en la fachada sur y una cubierta **fotovoltaica**.

Para cada uno de los bloques se han realizado además evaluaciones energéticas de distintos tipos de fachadas opacas en función de su nivel de inercia y aislamiento, así como análisis energéticos en cubierta evaluando qué espesor de aislamiento es más apropiado en cada caso.

Durante la fase de diseño se han seleccionado distintas soluciones constructivas coste-eficiencia que han sido analizadas en términos energéticos mediante simulaciones energéticas dinámicas. Estas soluciones han sido seleccionadas por su grado de innovación, coste y grado de aislamiento.

EDIFICIO REFERENCIA (BASE)

Para evaluar el comportamiento energético de las diferentes soluciones constructivas seleccionadas se parte de un edificio base (edificio referencia). Este edificio es aquel que su envolvente cumple estrictamente con los valores registrados en el CTE para esta zona climática, manteniendo constantes el resto de características (volumetría, orientación, usos,...)

Tabla II. Características del edificio de referencia

SOLUCIONES DEL EDIFICIO REFERENCIA		TRANSMITANCIA TÉRMICA (W/m ² K)
FR	Fachada CTE	U= 0,612 W/m ² K
CR	Cubierta CTE	U= 0,375 W/m ² K
VR	Hueco CTE	U= 2,7

Un imperativo para alcanzar las exigencias energéticas requeridas ha sido la incorporación de un sistema de ventilación con recuperación de calor desde las fases iniciales del estudio.

El efecto de la optimización de la envolvente en términos relativos puede apreciarse de forma más clara si se tiene en cuenta la **recuperación de calor asociada a la ventilación**. Cuanto más eficiente es la envolvente del edificio el impacto de la ventilación sobre el balance de energía es más relevante.

Por lo tanto, en **todos los modelos se partirá de una situación en la que existe recuperación de calor**.

ANÁLISIS ENERGÉTICOS

El análisis de la envolvente ha consistido en la **valoración de las demandas de calefacción y de refrigeración** asociadas a las diferentes soluciones constructivas contempladas para los edificios considerados en el proyecto. Por lo tanto, y a fin de facilitar el proceso, se ha optado por realizar el **análisis por bloques**.

Una vez identificadas las soluciones recomendables de envolvente, así como sus demandas de energía asociadas, se ha procedido a realizar un **dimensionado previo de la instalación de calefacción, ACS y ventilación**.

Este diseño previo será ajustado en la fase final de diseño y cálculo de la instalación llevada cabo a partir de una modelización completa del conjunto compuesto por los 3 bloques y de sus instalaciones, incluyendo:

- Instalación de calefacción y ACS
- Instalación solar fotovoltaica.

Esta modelización, permitirá calcular el **consumo de energía térmica y eléctrica** asociado a la solución final definida en el proyecto.

En la siguiente tabla se recogen algunas de las soluciones analizadas en fachada y en cubierta.

Tabla III. Tabla resumen de soluciones de fachada y de cubierta evaluadas

SOLUCIONES DE FACHADA		TRANSMITANCIA TÉRMICA (W/m ² K)	SOLUCIONES DE CUBIERTA		TRANSMITANCIA TÉRMICA (W/m ² K)
FR	Fachada CTE	U= 0,612	CR	Cubierta CTE	U= 0,375
FL1	Fachada ligera 1	U= 0,216	CS1	Cubierta sika 1	U= 0,219
FL2	Fachada ligera 2	U= 0,19	CS2	Cubierta sika 2	U= 0,194
FL3	Fachada ligera 3	U= 0,202	CS3	Cubierta sika 3	U= 0,174
FL4	Fachada ligera 4	U= 0,218	CA1	Cubierta agua 1	U= 0,196
FM1	Fachada media 1	U= 0,275	CA2	Cubierta agua 2	U= 0,176
FM2	Fachada media 2	U= 0,203	CA3	Cubierta agua 3	U= 0,159
FP1	Fachada pesada 1	U= 0,308			
FP2	Fachada pesada 2	U= 0,257			
FP3	Fachada pesada 3	U= 0,22			
FP4	Fachada pesada 4	U= 0,182			

Se calculan las pérdidas por elemento constructivo para ordenarlos en función de su importancia relativa en las pérdidas globales del edificio, lo que genera el orden de mejora de las soluciones constructivas.

Del análisis del intercambio de energía del edificio con el exterior se deduce que aquella parte de la envolvente por la que se produce un mayor intercambio es la fachada, de modo que en primer lugar se ha estudiado la optimización energética de soluciones de fachada y posteriormente las soluciones de cubierta.

A continuación se presentan algunos resultados parciales:

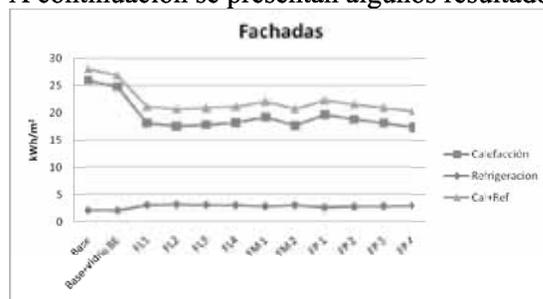


Figura 1. Comparativa de la demanda energética en función del tipo de fachada

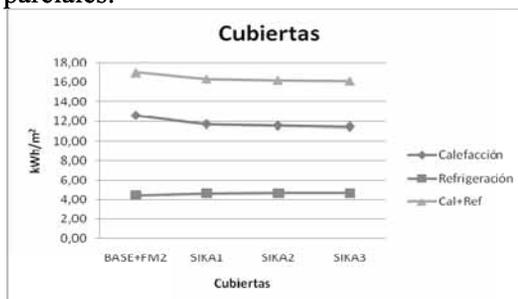


Figura 1. Comparativa de la demanda energética en función del tipo de cubierta

Una vez minimizada la demanda se diseñan los sistemas de generación que afronten las cargas con el mínimo consumo posible, especificando las soluciones técnicas que cumplen con los objetivos del proyecto.

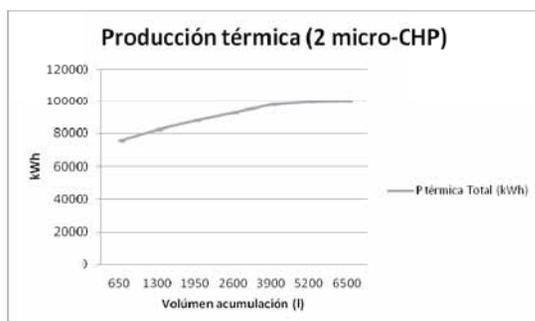


Figura 1. Producción térmica de los 2 CHPs.

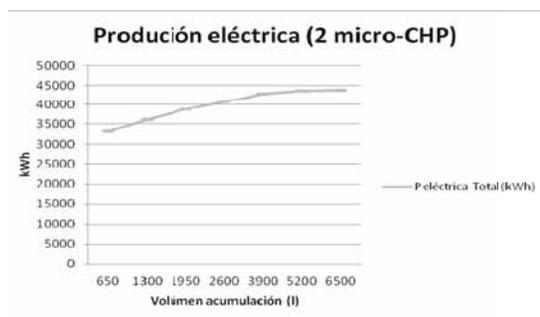


Figura 1. Producción eléctrica de los 2 CHPs.

CONCLUSIONES.

Una vez concluida la fase inicial de diseño se ha podido comprobar que mediante sistemas innovadores coste-eficiencia es posible obtener un edificio de energía casi nulo, con valores de consumo incluso inferiores a los exigentes valores de algunos estándares europeos. La futura monitorización del edificio durante un período no inferior a un año permitirá validar estos resultados, así como comparar la efectividad de distintas soluciones en diferentes edificios ubicados en 3 localizaciones europeas distintas.

Similares estrategias de ahorro energético serán implementadas en los otros dos países europeos participantes en el proyecto, lo que servirá para realizar una comparativa más amplia desde el punto de vista ambiental y financiero.

2. AGRADECIMIENTOS

La investigación que ha dado lugar a estos resultados ha recibido financiación del Séptimo Programa Marco de la Unión Europea [PM7/2007-2013] en virtud del acuerdo de subvención nº [285091].

3. REFERENCIAS

[1] European Commission Energy. http://ec.europa.eu/energy/efficiency/eed/doc/2011_directive/20110622_energy_efficiency_directive_slides_presentation_en.pdf [Consulta: 19 de Marzo de 2012]

[2] European Commission Energy. http://ec.europa.eu/energy/efficiency/buildings/buildings_en.htm [Consulta: 19 de Marzo de 2012]

[3] BARREIRO. E., ROMERO A. et al. (2010): "Edificios de balance energético positivo. Aplicación al diseño de un colegio en Abárzuza". Dyna Diciembre 2010. Vol. 85 nº9.

[4] Torcellini P, Pless S, et al. « Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition». ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory. 2006. Disponible en Web: www.nrel.gov/docs/fy06osti/39833.pdf. [Consulta: 01 de Marzo de 2012]

Orona IDeO – innovation city

X. Barrutieta. Orona

Resumen: Orona IDeO – innovation city es un proyecto en construcción que tiene como objetivo el desarrollo de un Ecosistema de Innovación para Orona, que destaca por ser un espacio de fusión entre diferentes actividades sinérgicas -empresa, centro tecnológico y universidad- y un laboratorio donde se aplicarán tecnologías punteras en sostenibilidad y gestión de la energía en los edificios.

Orona IDeO – innovation city lo componen cuatro de edificios de carácter diferente que desde su diseño conceptual han tenido en cuenta medidas de aprovechamiento pasivo de la energía a través de su diseño bioclimático que cuentan con certificaciones simultáneas Leed y Breeam. La energía térmica se genera localmente para todos los edificios a través del District Heating-Cooling de Orona IDeO, mientras que una gran cubierta-fachada fotovoltaica se integra en el edificio Orona Zero con la finalidad de producir energía para el autoconsumo e investigar en nuevos sistemas de almacenamiento eléctrico ligados a los sistemas de elevación.

El proyecto contará, además, con un showroom que mostrará la monitorización de la gestión de la energía de los edificios a tiempo real y permitirá la visita a las instalaciones de producción de energía renovables. En definitiva, Orona IDeO - innovation city será un innovador Net Zero Energy Campus.

Área temática: Arquitectura y Urbanismo en el diseño del EECN ó Casos Prácticos de EECN

Palabras clave: District Heating-Cooling, arquitectura bioclimática, geotermia, biomasa, integración

1. QUÉ ES ORONA IDeO

Orona IDeO – innovation city es el proyecto tractor de la ampliación del Parque Tecnológico de San Sebastián en Hernani. Es un proyecto pionero que destaca por ser un espacio de fusión entre diferentes actividades sinérgicas -empresa, centro tecnológico y universidad- y un laboratorio donde se aplicarán tecnologías punteras en sostenibilidad y gestión de la energía en los edificios.

2. OBJETIVOS

El proyecto es una apuesta por construir el Ecosistema de Innovación de Orona. Un proyecto para la innovación debe ser innovador en sí mismo, y por ello se adelanta al futuro a través del diseño bioclimático de los edificios y los espacios urbanos, un District Heating-Cooling 100% renovables y una cubierta fotovoltaica perfectamente integrada orientada al autoconsumo y la investigación en almacenamiento eléctrico ligado a los ascensores. Su inauguración en 2014 conmemorará los 50 años de Orona.

3. ARQUITECTURA

Orona IDeO-innovation city se compone de diversos edificios:

Orona Zero

Este edificio albergará la sede corporativa de Orona y Orona eic (Elevator innovation Centre) y se inspira en el círculo, una constante en la imagen de marca de Orona. Su imagen busca transmitir elegancia, fortaleza y elevación a través de un gesto formal abstracto: un cilindro hueco de 90m de diámetro inclinado 15° sobre la horizontal. Por la forma de tocar el terreno, este volumen se despega del suelo creando un gran voladizo en la zona de la entrada al Parque Tecnológico y se entierra en la parte opuesta permitiendo atravesarlo y generando una cubierta-fachada captadora de energía.



Figura 1. Vista frontal y posterior del edificio Orona Zero.

Edificio Fundación Orona

Es un edificio “collage” cuya orientación viene impuesta por las condiciones de planeamiento. Las dos plantas inferiores son de equipamientos comunes y compartidos como cafetería, auditorio, biblioteca y guardería, con el objetivo de que sirva de espacio de reunión y encuentros informales para Orona IDEO. Las dos plantas superiores están dirigidas a actividades docentes universitarias y de master relacionadas con la energía, donde estará la Universidad de Mondragón. Su fachada hacia la plaza es el telón de fondo del espacio público y busca ser muy permeable y polivalente.

Desde el punto de vista bioclimático las dos fachadas largas son este y oeste, por lo que todo el edificio se recubre de una doble piel de chapa perforada que tamiza la radiación directa a la vez que ofrece una fachada que juega con las luces y sombras. Al interior de los espacios universitarios se buscan las vistas largas y la iluminación natural desde todas las orientaciones y una relación directa con el exterior y especialmente con la plaza exterior.

Edificio A3

Los dos volúmenes más pequeños constituyen un solo edificio con parte de oficinas y laboratorios orientados a la investigación en sistemas avanzados de almacenamiento eléctrico. Estas investigaciones tienen como objetivo desarrollar tecnología para la aplicación en los sistemas de elevación y en la gestión de la energía en los edificios.

El edificio laboratorios tiene una fachada de U-glass, mientras que el edificio que alberga los espacios de trabajo de los investigadores tiene una fachada de colores vivos.

Orona Gallery

Orona IDEO va a ser un Laboratorio de la Energía donde confluirán los sistemas de generación de energía limpia integrados en la arquitectura con los sistemas de almacenamiento y consumo eficiente en los edificios. Orona Gallery será un museo y un pabellón de visitantes, que con el objetivo de enseñar y comunicar esta experiencia, contará con un Showroom que mostrará la monitorización de la gestión de la energía de los edificios a tiempo real y permitirá la visita a las instalaciones de producción de energía renovables: biomasa, solar térmica, geotermia y fotovoltaica. Esta clara apuesta por un modelo energético novedoso se acompañará con las certificaciones Leed y Breeam de los edificios. Así, el conjunto de Orona IDEO - innovation city será un Net Zero Energy Campus.

El volumen del edificio se integra en la topografía de la plaza, para evitar el impacto visual desde la zona alta y aprovecha al máximo la inercia térmica a través de su cubierta verde. La estructura es vista y se realiza con madera laminada.

Plaza IDeO

La Plaza se configurará como un salón urbano que tendrá una serie de espacios de estancia acogedores donde los investigadores, trabajadores y estudiantes podrán compartir y hacerlos suyos con la idea de fomentar las relaciones entre personas y el intercambio de ideas. El diseño del espacio urbano busca imprimir un carácter reconocible al conjunto de los espacios urbanos de Orona IDeO a través de un diseño en franjas que recoge la idea de los estratos y riqueza paisajística del entorno. Los pavimentos serán de color claro para evitar el efecto de isla de calor, y las aguas de escorrentía se utilizarán para el riego de las superficies verdes.

4. EFICIENCIA ENERGÉTICA

Para un eficiente rendimiento energético de los edificios es necesario que el diseño bioclimático esté presente desde los primeros conceptos arquitectónicos. El objetivo es obtener el máximo partido de las medidas pasivas aplicadas y seleccionar los sistemas de generación y consumo de energía más adecuados para el proyecto concreto. Adicionalmente, este proyecto es innovador porque se certifica de manera simultánea en Leed Oro y Breeam Excellent.

El Edificio Orona Zero destaca por su diseño singular y riqueza compositiva, pero integra además una sensibilidad por el diseño bioclimático. Se trata de un edificio dedicado principalmente a oficinas que tiene grandes cargas internas por sus ocupantes y por la densidad de equipamiento electrónico que disipa calor, a la vez que demandan luz difusa que no cause deslumbramiento. En planta, los espacios de trabajo se sitúan en la fachada exterior que es principalmente orientación norte, mientras que la galería en forma de anillo orientada al sur distribuye los flujos de las personas y mira sobre el vacío central de edificio. Este es un espacio de carácter más social donde la captación solar es bienvenida y no distorsiona los espacios de trabajo. El anillo de servicio con escaleras, ascensores, servicios, patinillos etc. hace de buffer entre las dos zonas y estructura la profundidad de la crujía, creando diferentes situaciones espaciales debido a la geometría inclinada del edificio.

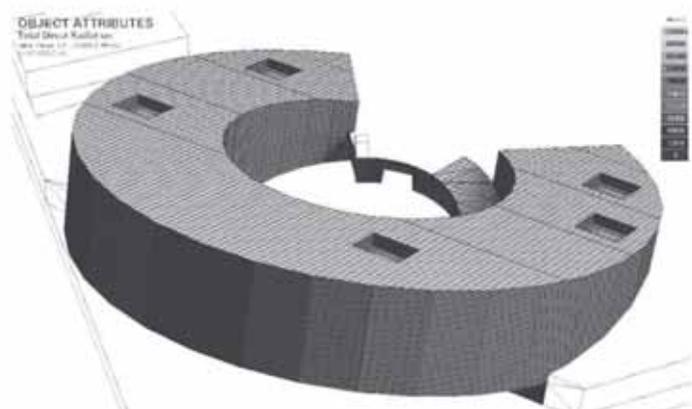


Figura 2. Simulación de la radiación acumulada en los meses de verano sobre las diversas fachadas del edificio Orona Zero.

Los cerramientos del edificio además de tener una baja transmitancia (U) tienen un diseño que permite su adaptación a diferentes circunstancias. La fachada del cilindro se realiza con un muro cortina de una piel compuesta de pixeles triangulares que tienen diferente carácter: opaco, translúcido y transparente que

dependiendo de su posición y de las diferentes circunstancias de exposición a la radiación solar, acceso a vistas, relación con el uso de los espacios interiores, etc.

A través del ejercicio de superposición de estas variantes sobre el desarrollo de la fachada, y teniendo en cuenta la transmitancia global y un umbral de referencia para las pérdidas térmicas, se diseñan las soluciones para las fachadas exterior e interior, cada una con un ratio diferente de huecos y opacos.

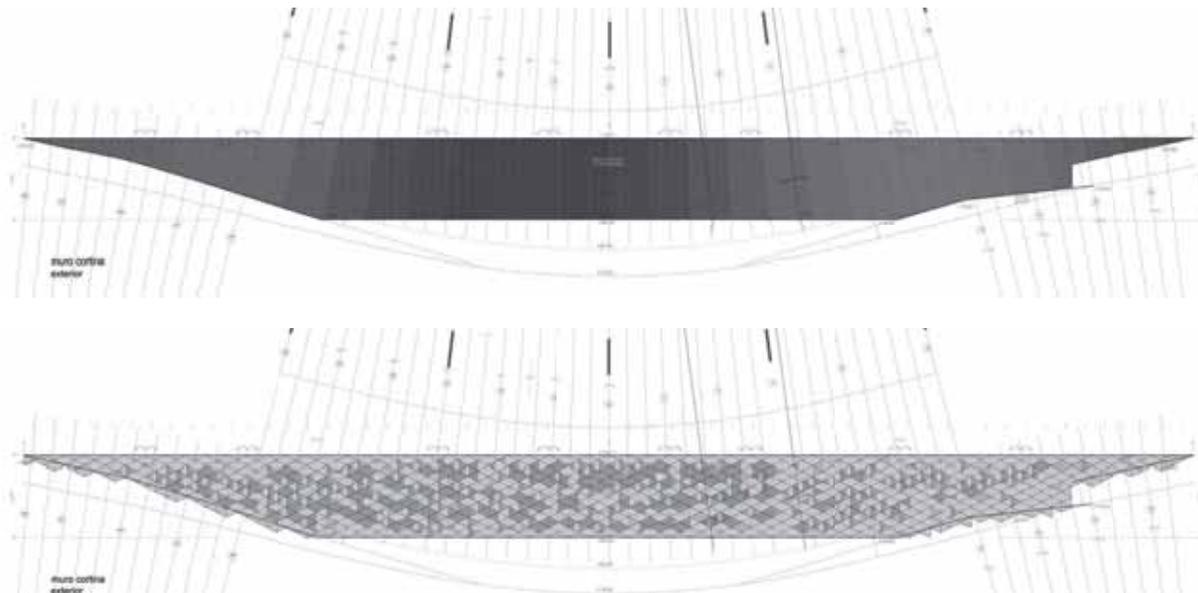


Figura 3a y 3b. A través del ejercicio de superposición de estas variantes sobre el desarrollo de la fachada, y teniendo en cuenta la transmitancia global y un umbral de referencia para las pérdidas térmicas, se diseñan las soluciones para las fachadas exterior e interior, cada una con un ratio diferente de huecos y opacos.

En la cubierta del edificio de Fundación Orona se sitúa la instalación solar térmica junto con otros sistemas de energías renovables que se irán instalando con objetivos docentes. La instalación de geotermia se sitúa en la zona libre de proyecciones de los edificios, a fin de que las zapatas más solicitadas estructuralmente no interfieran con la instalación. Se han realizado 30 pozos de 120m de profundidad.

5. PRODUCCION ENERGÉTICA

Tanto para el edificio Orona Zero como para el resto de Orona IDeO, el sistema energético se asienta sobre la premisa de aprovechar al máximo la instalación de District Heating del conjunto. Este sistema se alimenta de fuentes de energía 100% renovables: biomasa, solar térmica y geotermia. El sistema de biomasa dispone de la versatilidad para ser utilizado tanto con astilla como con pellet. El agua calentada a través del DH se distribuye a las subestaciones situadas en cada uno de los edificios, y en estos puntos este flujo de energía se acomoda a los diferentes sistemas de acondicionamiento.

Calefacción:

- Calderas de biomasa: 2 x 600 kW
- Bombas de calor geotérmica: 2 x 100 kW
- Instalación solar térmica: 84 kW

Refrigeración:

- Bombas de calor geotérmica: 2 x 75 kW
- Máquina de frío por absorción: 1 x 229 kW
- Máquina de frío convencional: 600 kW

Los módulos fotovoltaicos policristalinos se integran en la cubierta de Orona Zero y tienen una potencia de 230 kWp.



Figura 4. Gráfico indicando las fuentes de energía y su posición en Orona IDEO. Se indica en azul la energía eléctrica y en naranja energía térmica distribuida a través del District Heating-Cooling.

La calefacción y refrigeración se realiza mediante un suelo radiante y refrescante. Su distribución se ha diseñado en consonancia con los ámbitos de regulación climática que se prevé en el edificio, de manera que el sistema permite distribuir calor y frío de manera simultánea. A este fin se han concebido los espacios de trabajo como unidades de 20-30 trabajadores que pueden funcionar de forma autónoma ajustando las áreas climatizadas, su iluminación etc.

La ventilación mecánica se dimensiona para garantizar las renovaciones de aire necesarias sobre todo en los espacios donde se prevé una ocupación grande y puntual de personas. El concepto aplicado para la iluminación de los espacios es relevante en el cómputo global del gasto de energía. Por ello, se ha optado por una iluminación general de en torno a 350 lux y una iluminación individual en los puestos y las zonas de trabajo.

6. BALANCE ENERGÉTICO

Dentro de las múltiples denominaciones existentes para denominar los edificios energéticamente eficientes, los *Edificios de Energía Casi Nula* se refieren a aquellos que requieren poca energía para su funcionamiento, y que consiguen producir “casi” toda la energía que requieren. Un concepto más completo sería el de *Edificios de Energía Neta Zero* (Net Zero Energy Buildings), que partiendo de la base de que son eficientes, indican que su equilibrio de energía y emisiones viene dado por un cálculo durante un periodo de tiempo, donde la energía producida en exceso y vertida a la red se equilibra con aquella que se ha extraído de la misma.

La realidad es que los edificios autárquicos y sin conexión a una red de electricidad y/o a una red de energía térmica no son opciones viables a día de hoy salvo en condiciones extremas. En definitiva está generalmente aceptado que los Edificios de Energía Neta Zero se basan en mayor o menor medida de su conexión a la red eléctrica VOSS, K. y MUSALL, E. (2011). Estas configuraciones permiten soslayar las dificultades en el ámbito del almacenamiento eléctrico, eliminar el almacenamiento de energía térmica en depósitos de enormes dimensiones y garantizar la confiabilidad del suministro energético.

En el caso de Orona IDeO – innovation city, se dispone de una producción de energía térmica 100% renovable, y con una energía eléctrica procedente de fuentes 100% renovables se conseguiría un proyecto con *Cero Emisiones de Carbono*.

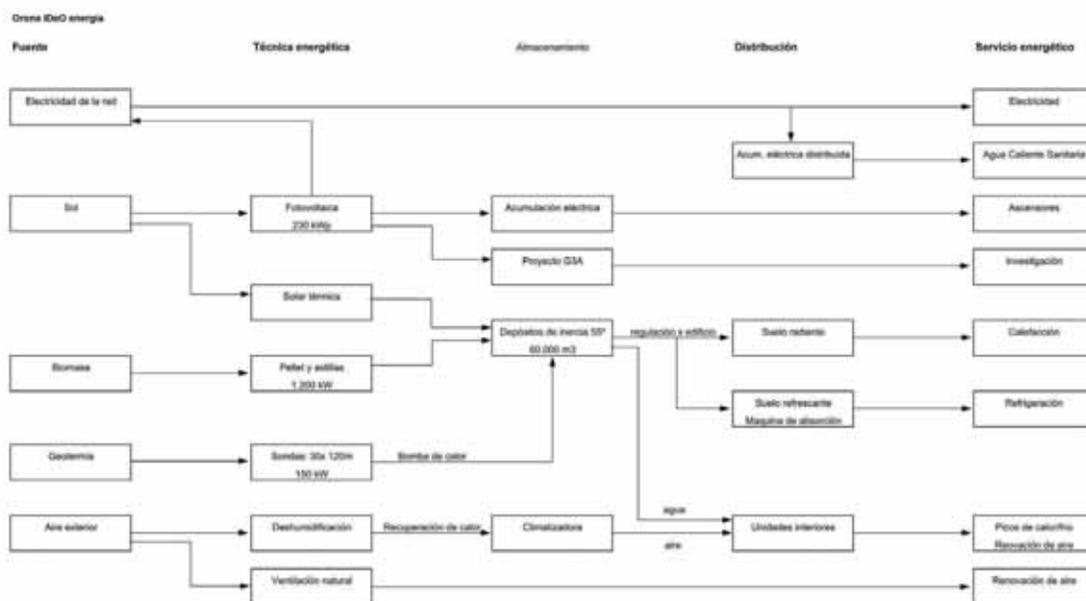


Figura 5. Gráfico integrado de energía en Orona IDeO, donde se muestran los flujos de energía desde su origen en las diversas fuentes primarias hasta las prestaciones obtenidas en los edificios. LENZ, B et al. (2010).

7. CONCLUSIONES

La existencia de una ESCO con el objetivo de venta de energía en Orona IDeO es una garantía de que se va a sacar el máximo rendimiento de la instalación de energía renovable. El propio equipo de la ESCO ha trabajado conjuntamente con el equipo técnico en definir un sistema energético ventajoso para sus clientes y sostenible económicamente en el tiempo.

Como conclusión es importante subrayar que esta experiencia estará visible dentro del propio Orona IDeO, ya que en el edificio Orona Gallery se podrán visitar las instalaciones del District Heating-Cooling y se mostrarán a tiempo real el rendimiento energético y el sistema de regulación y control de los edificios.

2. REFERENCIAS

VOSS, K. y MUSALL, E. (2011): “Net Zero Energy Buildings”. Detail Green Books. Munich

LENZ, B et al. (2010): “Nachhaltige Gebäudetechnik”. Detail Green Books. Munich

El Contenedor-Demostrador de Investigación SP3-ARFRISOL, un edificio de energía casi nula

R. Bosqued, M.R. Heras y J.A. Ferrer. Unidad de Eficiencia Energética en Edificación (UiE3) del CIEMAT

Resumen: El proyecto ARFRISOL, tiene como objetivo demostrar que es posible construir edificios que sean capaces de consumir entre un 80 % y un 90 % menos de energía convencional, procedente de fuentes fósiles, que aquellos otros de referencia, construidos según el uso común generalizado y se ha convertido en referencia, a nivel europeo, en este tipo de actuaciones. A punto de concluir el proyecto en junio de 2012, la presente ponencia presenta como se gestó, se diseñó y se construyó, uno de los Contenedores-Demostradores de Investigación (C-DdI) más complejos construidos en ARFRISOL, el SP3 del CIEMAT. Este edificio tenía unos condicionantes formales como consecuencia de la Normativa Municipal, que en principio no eran los más favorables para conseguir el objetivo previsto y sin embargo, mediante el uso de herramientas de simulación energética y la utilización de estrategias pasivas y activas dimanadas de las mismas e inteligentemente aplicadas, ha obtenido no solo calificación energética A, sino un ahorro de energía del 90%, constituyéndose así, junto con los cuatro restantes edificios de ARFRISOL, como uno de los primeros en España de consumo casi nulo.

Área temática: VIII Casos Prácticos de EECN

Palabras clave: Diseño, Reducción demanda, Ahorro energético.

1. INTRODUCCIÓN

La Unidad de Eficiencia Energética en Edificación (UiE3) del CIEMAT, lleva más de 20 años investigando sobre la reducción de la demanda energética en edificios basada en el diseño arquitectónico y constructivo (sistemas pasivos), así como en la eficiencia energética de las instalaciones, renovables o convencionales (sistemas activos), y en la integración de energías renovables. Como culminación de esa labor investigadora, en 2005 participa como Coordinadora General y Científica en El Proyecto Científico-Tecnológico Singular y de carácter Estratégico sobre Arquitectura Bioclimática y Frío Solar (PSE-ARFRISOL), que es el primero de los aceptados por el Plan Nacional de I+D+i 2004-2007 y 2008-2011, cofinanciado con Fondos FEDER y subvencionado por el Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO).

El PSE ARFRISOL , plantea la construcción de 5 C-DdI's en distintas localizaciones españolas con diferentes climatologías y condiciones del entorno, dos de ellos en Almería, en la Universidad (UAL), al borde del mar, en un clima mediterráneo húmedo suave y en la Plataforma Solar de Almería (PSA), en un clima desértico, uno en Asturias en un clima Atlántico suave, otro en Soria, en un clima continental severo y finalmente el que presentamos en esta comunicación en el CIEMAT-Madrid, en un clima continental medio.

ARFRISOL planteó tres aspectos de I+D, en primer lugar utilizar estrategias pasivas basadas

exclusivamente en el diseño arquitectónico y constructivo, para reducir significativamente la demanda energética del edificio, en segundo lugar emplear sistemas energéticos para acondicionamiento interior, alimentados con fuentes de energía renovable, fundamentalmente la solar y en tercer lugar la utilización de sistemas energéticos convencionales de apoyo, si ello fuera necesario.

2. OBJETIVO

El objetivo de la presente comunicación es por tanto, mostrar, con un caso práctico, la investigación llevada a cabo en el PSE-ARFRISOL centrada en uno de los C-DdI del Proyecto, en concreto el Subproyecto 3 (SP3), que es la ampliación del Edificio 70 del CIEMAT

3. PRESENTACIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

En primer lugar, previamente a comenzar cualquier planteamiento de diseño, se realizó un estudio exhaustivo del clima de Madrid, que resumimos con el siguiente diagrama de Giboni, del cual se desprenden las primeras estrategias para el diseño, como son: Captación solar pasiva, calefacción activa solar, humidificación y ventilación natural

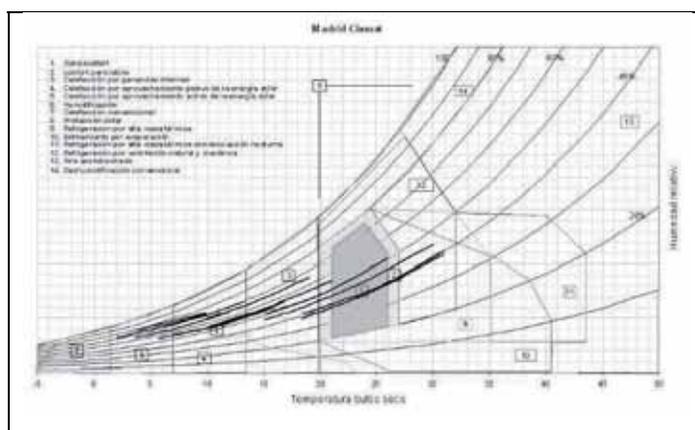


Figura 1. Diagrama de Giboni para Madrid

Una vez conocidas las estrategias previas, se procedió a realizar los primeros diseños, los cuales estaban muy condicionados por la normativa municipal que obligaba a replicar el edificio existente del cual el SP3 era ampliación. Ello tenía como consecuencia algunos aspectos no deseables en arquitectura bioclimática, tales como el mismo tamaño de huecos en fachadas norte y sur y el mismo tratamiento exterior de fachadas.

Finalmente el anteproyecto planteó un edificio de tres plantas y sótano, con una superficie rectangular por planta de 472 m², con los siguientes usos, el sótano se dedicó a instalaciones y cámaras especiales, la planta primera se utilizó para oficinas de investigadores, en las plantas segunda y tercera se instalaron laboratorios de investigación sobre biología epitelial y hematopoyesis y finalmente sobre cubierta se instalaba una galería, continuación de la existente en el edificio contiguo, para albergar instalaciones.

Una vez concluido un anteproyecto, se realizaron los primeros estudios energéticos teóricos del mismo consistentes, en un análisis de sensibilidad que permite obtener los flujos más representativos que afectan al comportamiento térmico del edificio, elimina las variables más irrelevantes del comportamiento del edificio y facilita el planteamiento de estrategias y tipos de medidas más adecuados. Posteriormente se realizó el cálculo numérico teórico (simulación), modelizando el edificio y planteando estrategias pasivas y activas concretas, con lo cual se produce un avance significativo para realizar el proyecto básico el cual vuelve a ser simulado energéticamente, optimizando las estrategias empleadas en el anteproyecto y finalmente con esta nueva simulación se plantean ya las estrategias definitivas, pasivas y activas, que sirven para concluir el proyecto de ejecución y la posterior construcción del edificio

Las estrategias pasivas han sido las siguientes:

- Orientación Norte-Sur, con una desviación de 6° hacia el Este, la cual venía dada por el edificio preexistente.
- Utilización de fachadas ventiladas y estructura de hormigón armado, para un aprovechamiento óptimo de la inercia térmica al interior, con diferentes espesores de aislamiento en fachadas Norte y Sur y con terminación exterior de baldosas cerámicas similares al ladrillo visto del edificio preexistente.
- Vidrios de doble hoja con cámara aislante en fachada Sur y bajo emisivos en la fachada Norte
- Ocultamiento solar total en fachada Oeste mediante muro cortina de piedra caliza como cerramiento del patinillo de instalaciones
- Control solar en fachada sur, mediante viseras en huecos que permiten el acceso solar durante las épocas infracalentadas y producen ocultación solar durante las sobrecalentadas, aprovechando dichas viseras para incluir un campo de producción fotovoltaica vidrio-vidrio
- Pérgola sobre cubierta para sombreado en épocas sobrecalentadas que permite accesibilidad solar durante las infracalentadas y soporta, además, el campo solar térmico



Figura 2. *Fachada Norte y Oeste*



Figura 3. *Fachada Sur.*



Figura 3. *Construcción de la fachada ventilada*



Figura 4. *Detalle fachada ventilada terminada*



Figura 5. Control solar fotovoltaico en fachada Sur



Figura 6. Detalle interior sombreamiento verano

Las estrategias activas han sido las siguientes:

- Producción de calefacción y ACS mediante campo solar térmico de 180 m² con captadores planos de alta eficiencia con TIM (Transparence Insulation Material) y apoyo convencional de gas natural
- Producción de refrigeración solar (frío solar), mediante campo solar térmico, sistemas de absorción, con apoyo convencional de gas natural y difusión por inductores.

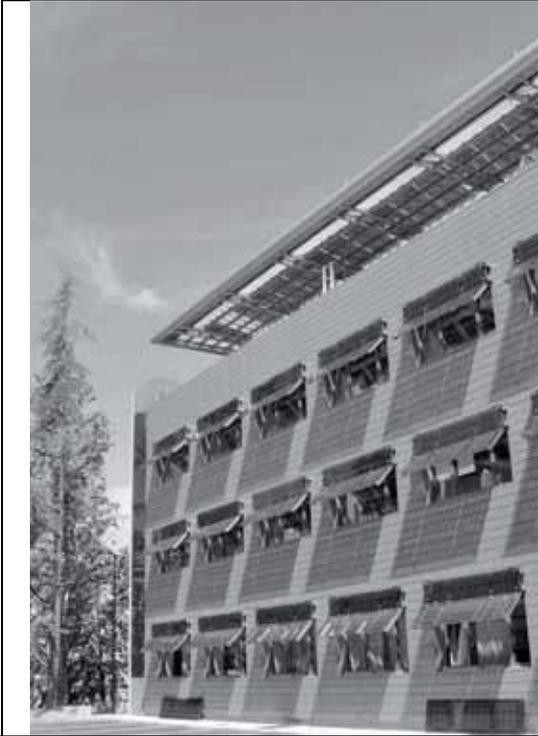


Figura 7. Detalle pérgola sobre fachada Sur



Figura 8. Detalle pérgola sobre fachada Oeste



Figura 9. Sala máquinas de producción de calor



Figura 10. Campo solar térmico



Figura 11. Sala máquinas de absorción (frío solar)

4. CONCLUSIONES

Se ha conseguido un edificio de calificación energética clase A

El ahorro favorecido por el diseño, a pesar de las limitaciones de volumen, huecos y materiales, es según simulaciones energéticas de algo más del 50% de la energía convencional de climatización. Con el 40% que aportan las energías renovables, se consigue un ahorro global del 90% de la energía convencional de climatización (ver Fig. 13).

El incremento de la obra civil por tratarse de un edificio bioclimático, que es, además, un prototipo de investigación, se sitúa en el 2,17 %, el de las instalaciones en un 23,45 % y el global en el 9,99 %

Es importante destacar que el incremento de las instalaciones se debe a que, por exigencias de la Propiedad, se han diseñado unas instalaciones alimentadas por energía convencional que cubren el 100% de la demanda energética del edificio, si bien el sistema de control inteligente hace entrar, en primer lugar, a los sistemas solares.

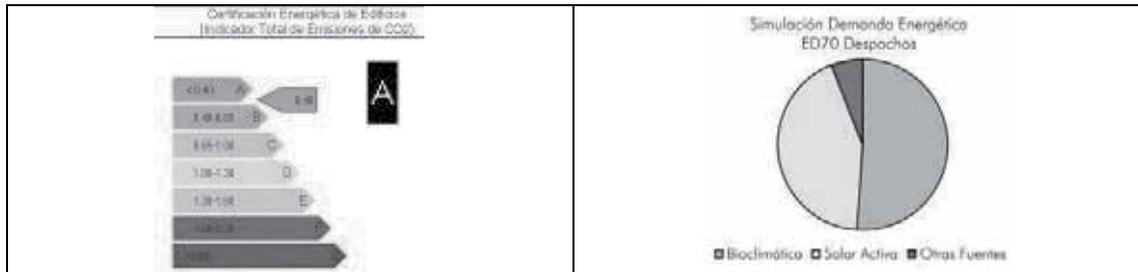


Figura 12. Calificación energética clase A

Figura 13. Demanda energética

5. BIBLIOGRAFÍA

GIVONI, B (1976). "Man Climate and Architectures". Applied Science Publishers, Ltd – London

SERRA, R (1989). "Clima, Lugar y Arquitectura: Manual de diseño bioclimático". Editorial CIEMAT– Madrid

ANINK, D; BOONSTRA, C Y MAK, J. (1996).: "Handbook of Sustainable Building". James & James (Science Publishers) Ltd. – London

BOSQUED, R, HERAS, M. R. et al. (2005).: "La Energía Solar en la Edificación". Editorial CIEMAT – Madrid

La Generación de un Hito Arquitectónico en tiempos de crisis, bajo los estándares de solución económica viable y de bajo consumo energético.

“La nueva Sede de la Confederación de Empresarios de Albacete (FEDA)”

Juan .Francisco García Sánchez. Preventop S.L.

Resumen: Los edificios corporativos de oficinas tienen unos requerimientos específicos que se deben considerar cuando se aborda el diseño de sus instalaciones y su arquitectura. Son edificios representativos, con unos niveles de exigencia de calidad y confort elevados, que se diseñan con un planteamiento a largo plazo y en los que las consideraciones de consumo energético son importantes, pues repercuten sobre la propia cuenta de explotación de la entidad que construye el edificio.

En este entorno, los criterios de ahorro energético y sostenibilidad cobran especial importancia, así como el acierto en el diseño del edificio, como concepto global. Este diseño deberá garantizar el adecuado nivel de confort ambiental, visual, etc... de los usuarios, pero también deberán satisfacer otros requisitos, como la optimización de los costes de explotación y de mantenimiento, o la minimización de los espacios ocupados, tanto a nivel de planta como en sección.

Área temática: Casos Prácticos de EECN

Palabras clave: Programas de Simulación Dinámica, Transmitancia Térmica, Calificación Energética, Certificación Energética.

1. INTRODUCCIÓN.

La Nueva Sede de FEDA en Albacete aspira a convertirse en un referente para la ciudad, un símbolo de las aspiraciones y compromisos de las empresas de la provincia. Por esta razón la propuesta encierra una gran cantidad de acontecimientos, que hacen de este edificio un lugar de trabajo y educación que propicie encuentros a todos los niveles, tanto profesionales como personales, y además posibilite llegar a resultados rentables e incluso abrir nuevas oportunidades de mercado.

Este proyecto permite a FEDA aglutinar en un mismo recinto todas sus instalaciones ahora dispersas en la capital prestando un mejor servicio, así como asentar una imagen renovada de solvencia y compromiso social, ya que la nueva sede destinará más de un 50% de su superficie a formación de profesionales cualificados.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

2.1 Descripción general del proyecto.

Desde el comienzo de los trabajos de Consultoría en lo que sería las ideas iniciales de arquitectura, ingeniería, distribución de espacios, diseño de instalaciones, etc...siempre se trabajó de acuerdo con el programa de necesidades requerido tanto por la Propiedad, Confederación de Empresarios de Albacete, como por el estudio de Arquitectura encargado del desarrollo del Proyecto COR CONSULTING; teniendo en cuenta los requisitos mínimos que establece la normativa vigente para este tipo de recintos y edificios.

El edificio en cuestión, es denominado como Edificio Multisectorial, pues el mismo albergara desde en casi un total del 50% de su superficie destinándola a tareas de Formación, como la Sede de Oficinas de la propia confederación, pasando por una Sala de Conferencias con una capacidad de Aforo de 320 personas, una biblioteca, e incluso hasta un restaurante, es decir, se trata de un edificio con una ocupación muy diversa y a su vez, con unas tipologías de usuarios muy diferentes.

Con estos parámetros iniciales, se trabajo en poder permitir la mayor flexibilidad y coordinación de las instalaciones y las posibles incidencias que pudieran surgir en el periodo de construcción, para ello en el inicio del programa del edificio se dispusieron de cuatro huecos verticales que recorren totalmente las plantas del edificio para albergar el total de instalaciones, pero principalmente las canalizaciones de ventilación, extracción de aire de garaje y cuartos húmedos, sistemas de distribución de energía, etc... A su vez, se realizo un predimensionamiento inicial de la altura de falso techo desde 35 cm hasta 50 cm, dependiendo de las necesidades de cada planta.

Cabe destacar que el poder trabajar en un proyecto de esta magnitud desde el inicio, en colaboración con el Estudio de Arquitectura, te permite poder prever todos los huecos, espacios y necesidades de las instalaciones desde el inicio evitándose en la fase de ejecución del mismo, muchos quebraderos de cabeza y complicaciones para el desarrollo y trabajos diarios de la propia obra.

2.2. Evaluación, Análisis y Soluciones adoptadas para un correcto comportamiento Energético del Edificio.

El edificio una vez analizados todos sus espacios, consensuado horarios con la propiedad, revisados usos y demás parámetros, se paso a realizar una serie de simulaciones dinámicas, a través de los programas CALENER GT y ENERGYPLUS; para así poder realizar un correcto análisis del mismo.

Como punto de partida, se analizo la envolvente térmica del mismo teniendo pleno apoyo del estudio de arquitectura, para mejorar los puntos de partida marcados en el proyecto básico. De este punto se partió, se modelo la envolvente térmica del edificio variando espesores de aislamiento, métodos constructivos de cerramientos, calidades de carpinterías, vidrios, lucernarios. El primer objetivo de este estudio era mostrar el impacto positivo que el incremento de espesores de aislamiento en los edificios nuevos puede aportar al ahorro energético y a la reducción de emisiones de CO₂. El segundo objetivo del estudio era encontrar el “espesor matemáticamente óptimo”, esto significaba que con las premisas consideradas los beneficios económicos son los máximos. Sin embargo, con más aislamiento los ahorros siguen incrementándose, aunque los beneficios económicos comienzan a disminuir. Desde el punto de vista de ahorro energético y de emisiones de CO₂, el aislamiento ideal teórico, sería aquel en que se produzcan los máximos ahorros sin ningún coste económico.

Finalmente se adoptaron las siguientes medidas que permitirían un sustancial ahorro en la demanda energética del mismo, respecto a edificios convencionales de su mismo sector:

Aislamiento térmico, compuesto por Lana de Roca, con un valor de $U=0,038 \text{ W/m}^2\text{k}$, adoptando un espesor único de **10 cm** para todos los cerramientos del edificio. En el caso de las cubiertas, también se empleo el mismo espesor, pero en este caso el material era Poliestireno Extrusionado, con un valor de $U=0,036 \text{ W/m}^2\text{k}$.

Las carpinterías metálicas empleadas en los huecos, son de distinta tipología, existen huecos fijos, ventanas oscilo-batientes o correderas, pero en todas ellas sean empleado el mismo material, carpintería metálica con rotura de puente térmico y un valor de $U=1,8 \text{ W/m}^2\text{k}$., están formados por Vidrios CLIMALIT 4+4/12/6 con PLANITHERM, (lamina de protección solar bajo emisiva).

A su vez, y al trabajar con un tipo de construcción de cerramiento en seco, en los casos donde proceda, el cerramiento vertical posee un aislamiento de 4 cm de lana de roca, con un valor de $U=0,04 \text{ W/m}^2\text{k}$ y en el caso de cerramientos horizontales, al disponer de techos acústicos, también se dispone de un aislamiento de la misma tipología.

2.2.1 Valores y resultados Termo-Energéticos del edificio.

Los valores obtenidos tras realizar las anteriores simulaciones, son los que siguen:

Tabla I. Conformidad y resultados obtenidos con la simulación del programa LIDER, cumplimiento del CTE DB-HE1.

	CALEFACCIÓN	REFRIGERACIÓN
%de la demanda de Referencia	85,1	89,1
Proporción Relativa calefacción-refrigeración	90,9	9,91

Con los anteriores resultados, vemos que hemos obtenido un ahorro del 14,9% de demanda energética correspondiente a calefacción, del edificio objeto respecto al de referencia, por otro lado, en el caso de refrigeración, obtenemos un ahorro del 10,9% respecto al de referencia. La mayor demanda del edificio es la obtenida por Calefacción, ello es debido a las temperaturas extremas y la severidad climática de la zona donde se encuentra ubicado geográficamente el edificio.

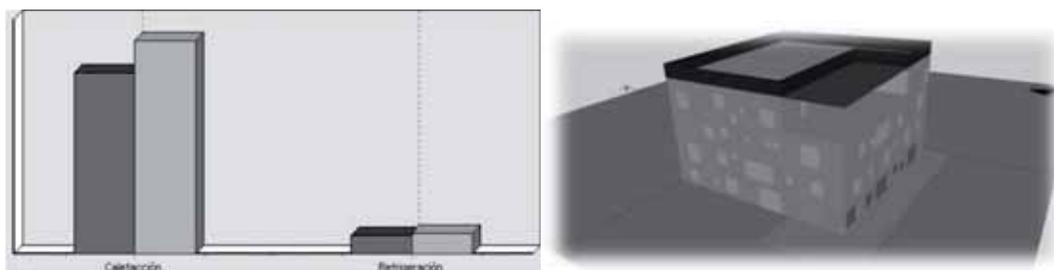


Figura 1. Los resultados obtenidos por el programa LIDER, son los obtenidos a través del modelizado del edificio que se presenta.

Tabla II. Resultados obtenidos en la Calificación Energética del Edificio.

RESUMEN DE INDICADORES ENERGÉTICOS ANUALES				
INDICADOR ENERGÉTICO	EDIFICIO OBJETO	EDIFICIO REFERENCIA	ÍNDICE	CALIFICACIÓN
Demanda Calef.	240,3	245,2	0,98	C
Demanda Refrig)	118	125,9	0,94	C
Emisiones Climat.	31,2	61,7	0,51	B
Emisiones ACS)	4,3	6,6	0,65	B
Emisiones Ilum.)	15,2	24,4	0,63	B
Emisiones Tot.	50,7	92,7	0,55	B

Con estos resultados podemos observar que el edificio de la nueva sede de la Confederación de Empresarios de Albacete, permite un **ahorro de 187.225,5 KgCO₂** al año, lo cual es **asimilable a la cantidad de 18,7 Tep**, lo que supone evitar una tala de 9361 árboles, y un ahorro energético de **2.177.034,88 KW·h/año** respecto a un edificio convencional.



Figura 2. Resultados obtenidos en la Calificación Energética del Edificio, a su vez se representa el modelo teórico y real del propio Edificio que se ha modelizado en el programa.

Como único apunte, recalcar un par de anotaciones de las instalaciones que han permitido obtener la **Calificación Energética del Edificio, TIPO B**, se definen de una manera muy esquemática:

- ☉ En la instalación de Iluminación se realizó un análisis de los niveles lumínicos necesarios en los distintos locales del edificio, y se cumplieron los parámetros exigidos en el CTE DB-HE-3, de una manera muy superior a los mínimos establecidos. A su vez, el edificio cuenta con Luminarias con Tecnología DALÍ, y se han implementado una **serie de sensores de iluminación natural** en las líneas de luminarias más próximas a las fachadas.
- ☉ La instalación de **Energía Solar Térmica** se diseñó y se está ejecutando bajo los parámetros y exigencias del CTE DB-HE-4, cumpliendo estos estándares la instalación cuenta con dos baterías de 4 Captadores y un sistema de acumulación de dos depósitos de 1500 litros.
- ☉ La instalación de **Energía Fotovoltaica** se diseñó y se está ejecutando bajo los parámetros y exigencias del CTE DB-HE-5, cumpliendo estos estándares la instalación cuenta con una distribución de 46 paneles fotovoltaicos, distribuidos en tres String de 12 módulos, conectados todos ellos a un inversor de 10 Kwp.
- ☉ Sistema de climatización basado en un equipo de generación de energía térmica, tipo planta enfriadora reversible aire-agua, como solución de unidad exterior. Para ello se han dispuesto dos unidades exteriores cada una de ellas dará servicio a una parte del edificio, de manera que una planta enfriadora abastecerá a los recintos ubicados en la fachada Sur-Oeste y la otra planta enfriadora abastecerá a la fachada Noroeste.
- ☉ **Bombas de Calor Reversibles cuentan con un Recuperador de Calor** instalados en los Gases del Condensador, para la producción del Agua Caliente Sanitaria con apoyo del sistema de Energía Solar Térmica. Esta es otra medida de Ahorro y Eficiencia Energética, pues está basado en el principio de la recuperación de calor desechado y proporcionado por el condensador de la unidad exterior en un equipo de acondicionamiento de aire.
- ☉ **Unidades de Tratamiento de Aire** Seleccionadas para la ventilación del Edificio cumplen con todas estas premisas, a su vez constan cada una de Recuperador de Placas, y sistema Free-Cooling, controlado todo ello por un autómatas el cual permite operar

acorde a los parámetros de T° Exterior, T° Interior, Hrel Exterior, Hrel Interior, T° entrada del Agua a la Batería, etc...

- ☉ Otra medida adoptada ha sido la colocación de **variadores de velocidad** para la regulación del régimen de funcionamiento de la instalación, desde una simple bomba de circulación, hasta el control del ventilador de la UTA a través de una Sonda de Presión Diferencial, para obtener siempre el mas optimo rendimiento.

3. DE LA TEORÍA A LA PRACTICA, UN PASO ADELANTE.

3.1. Control de Ejecución de la Instalación, desde el inicio al fin. “Certificación Energética en Obra”

Durante la ejecución de las obras se controlará mediante test, muestreo e incluso monitorización las estrategias y soluciones constructivas implementadas, los equipos empleados y las energías renovables utilizadas en el mismo. Al finalizar la obra, se analizarán los aspectos cualitativos que afectan a la eficiencia energética del edificio. Con toda esta información, se entregará la Certificación Energética del Edificio, consistente en repetir la calificación energética del edificio con los parámetros con los que realmente se ha construido. A continuación se muestran algunas imágenes de las actuaciones que se están llevando a cabo en esta fase.



Figura 3. Revisión de las Instalaciones y medidas pasivas bioclimáticas adaptadas en el lucernario.



Figura 4. Revisión de las Instalaciones y supervisión hasta el acabado final en un Auditorio.

Por parte del Departamento de Eficiencia Energética y Energías Renovables de PREVENTOP, se realizaron labores de medición, verificación y evaluación de la **Certificación de Eficiencia Energética** según el RD 6/2011 de la JCCM, del edificio de la nueva **SEDE de la Confederación de Empresarios de Albacete**.

El procedimiento de certificación energética del edificio una vez construido, incluye, entre otras actuaciones y comprobaciones, las siguientes pruebas in-situ orientadas a determinar algunos de los aspectos fundamentales en lo que se refiere al funcionamiento del mismo en términos de consumo de energía:

Al finalizar la obra, con el *objeto de conocer el comportamiento real del edificio* para la calificación definitiva, se *realizan una serie de pruebas, (Prueba de infiltración de aire, Prueba de termografía, Prueba de termoflujometría, Inspección técnica de instalaciones) muestreos, test y una recogida de datos* y características técnicas de equipos térmicos, iluminación, aislamientos, etc.

Con esta información, junto con la recogida durante la ejecución de las obras se repite el proceso de calificación provisional de la epidermis del edificio y certificación energética del mismo, efectuada en Fase de Proyecto, para así *obtener la certificación correcta y real del edificio*.



Figura 5. *Imágenes de campo de algunas actuaciones desarrolladas durante el Procedimiento de Certificación Energética del Edificio de la nueva Sede de FEDA.*

4.- CONCLUSIONES.

La generación de un hito reconocible, tiene que ver la mayoría de las veces con inacabables presupuestos, materiales asombrosos y formas escultóricas. La ‘arquitectura hito o de marca’ es usada en grandes urbes con el fin de ofrecer una imagen reconocible y capaz de ser recordada y asociada a una ciudad y sus valores.

Sin embargo, este proyecto propone la generación de este hito con una solución económica de bajo coste, apoyándose en la idea fundamental de Sostenibilidad y Ahorro Energético, entendiendo que Ahorrar energía quiere decir reducir las necesidades de suministro, en beneficio del medio ambiente, para ello es mejor reducir el consumo energético lo más posible y a continuación trabajar en el suministro y usos del mismo, desde un punto de vista convencional con la implementación final de energías renovables

5. AGRADECIMIENTOS

A la Confederación de Empresarios de Albacete, en especial a su Secretario General por la confianza prestada en mi persona. Al estudio de Arquitectura COR CC, por los momentos pasados desde el inicio y concepción embrionaria del proyecto hasta llegar a conseguir convertirlo en una realidad. A todas aquellas personas que han intervenido en hacer realidad el sueño de un servidor, de alguna manera, tanto personal como profesional.

6. REFERENCIAS

CENER. (2006).: “Estudio CTE+”. ROCKWOOL PENINSULAR, S.A..

REAL DECRETO 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la Certificación de Eficiencia Energética de edificios de nueva construcción.

DECRETO 6/2011, de 01/02/2011, por el que se regulan las actuaciones en materia de certificación energética de edificios en Castilla-La Mancha .

Caso práctico: edificio con estructura termoactivada refrigerada mediante enfriamiento evaporativo nocturno en Madrid, sede de la ingeniería IDOM-ACXT

A. Villanueva, J. Rey y R. Gutiérrez. IDOM-ACXT

Resumen: La nueva sede de IDOM-ACXT en Madrid, es un edificio de oficinas de unos 16.000 m² que está en funcionamiento desde enero de 2011. Ha sido diseñado íntegramente por IDOM-ACXT con criterios de funcionalidad, sencillez y calidad. IDOM-ACXT ha desarrollado la ingeniería y la ejecución de un sistema de estructura termoactivada (TABS: Thermally Active Building System) adaptándolo por primera vez a la climatología española.

Son dos las principales características de un sistema de este tipo: 1) la demanda de energía del edificio y la producción se desacoplan en el tiempo debido a la capacidad de almacenar energía de la estructura. 2) Las temperaturas de los fluidos caloportadores son mucho más parecidas a la temperatura ambiente (sistemas de baja exergía) que en otros sistemas de climatización. Estas dos características unidas, y la posibilidad de utilizar fuentes de energía renovables como el enfriamiento evaporativo nocturno (caso expuesto), aerotermia, geotermia u otras, confieren al sistema posibilidades reales para conseguir valores de consumo de edificios de Energía Casi Nula. Durante el verano de 2011 se ha efectuado un completo seguimiento y monitorización del funcionamiento del sistema tanto energético como de confort interior los cuales se van a exponer en esta ponencia.

Área temática: VIII: Casos prácticos de EECN

Palabras clave: TABS, estructura termoactiva, enfriamiento evaporativo nocturno, freecooling hidráulico

1. TEXTO PRINCIPAL

INTRODUCCIÓN

La directiva 2010/31UE del parlamento europeo y del consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios, establece un nuevo concepto en los edificios de consumo casi nulo (nearly zero-energy buildings) y los define como edificios con un nivel de eficiencia energética muy alto que se determinará de acuerdo a una metodología que se establece en la propia directiva. La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta en muy amplia medida por energía procedente de fuentes renovables, producida *in situ* o en el entorno.

Actualmente no sabemos con exactitud cuál va a ser esa cantidad de energía casi nula o muy baja para que el edificio sea considerado de consumo de energía casi nulo, pero sí podemos estimar cuál puede ser la energía que podemos producir razonablemente mediante fuentes de energía renovables *in situ* o en el entorno. De este modo, podemos llegar a considerar como edificio de consumo de energía casi nulo, aquel edificio que consuma una cantidad de energía suficientemente pequeña para que empleando fuentes de energía renovables podamos cubrir las necesidades en sus instalaciones.

OBJETIVO

IDOM-ACXT se plantea en el año 2007 diseñar y construir un edificio que sea energéticamente lo más eficiente posible, con un confort de uso máximo, y cuyo coste tanto de inversión como de mantenimiento sea igual o menor que un edificio estándar de sus características. Este edificio se convertirá en la futura sede de IDOM en Madrid ya que hasta el momento la firma de ingeniería se encontraba alquilada en un edificio ajeno.

El programa de necesidades del edificio comprende 900 puestos de trabajo de oficinas, salas de reuniones, lugares comunes de esparcimiento, zona de recepción, salón de actos, comedor y aparcamiento para 175 plazas.

Conocido el clima de Madrid, con sus temperaturas extremas tanto en verano como en invierno (zona climática D3), se establece que para lograr un muy bajo consumo energético es necesario en primer lugar unos buenos planteamientos en la propia arquitectura del edificio que nos ayuden a minimizar todo lo posible la demanda energética del edificio:

- Adecuada implantación del edificio, buena elección del factor de forma y de las orientaciones en general, tanto de los volúmenes construidos como de la apertura de huecos
- Muy buen aislamiento térmico en envolvente, tanto en paños ciegos como en vidrios
- Protecciones solares selectivas que permitan minimizar las cargas por soleamiento y sin embargo no impidan el buen aprovechamiento de la luz natural



Figura 1. Edificio sede de IDOM en Madrid en el que se aprecian las protecciones solares en la cubierta y fachadas sur, y oeste del edificio.

Los anteriores planteamientos luchan muy bien contra la parte de la demanda debida a la energía que el edificio tiende a intercambiar con el exterior, ya sea por conducción, radiación o convección. Sin embargo no son efectivos para luchar contra la carga interna del edificio la cual es muy importante en un edificio de oficinas debido a la presencia tanto de personas como de equipos informáticos y de alumbrado. Por este motivo, se eligieron los siguientes planteamientos para también ser muy efectivos en la retirada de la energía interna:

- Edificio con estructura activada para permitir extraer del edificio una proporción importante de energía en forma de freecooling hidráulico
- Acumulación de energía en el hormigón de la estructura para permitir separar la producción de energía de la demanda y de ese modo que el freecooling hidráulico pueda ser nocturno (diferencia de 8-10 horas entre demanda y producción).
- Masa térmica del edificio en contacto con el ambiente interior tanto la activada como la no activada para provocar gran inercia
- Empleo de temperaturas en fluido caloportadores muy parecidas al ambiente: sistema de baja exergía

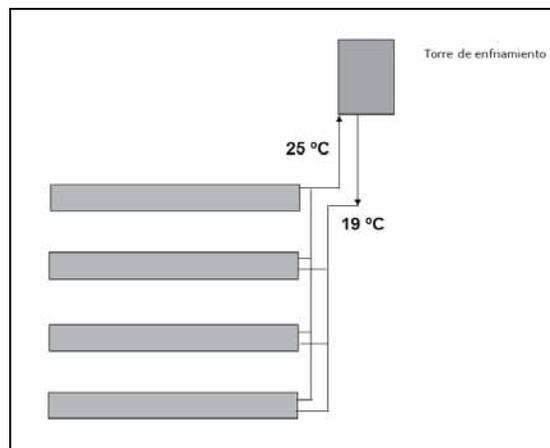


Figura 2. Sistema de enfriamiento evaporativo conectado a la estructura en el edificio de IDOM

Para conseguir los objetivos se ejecuta la activación de la estructura en fase de hormigonado embutiendo 500 circuitos hidráulicos (unos 100 por planta) en el interior de las losas de hormigón.



Figura 3. Instalación en obra de los circuitos hidráulicos del sistema TABS previamente al hormigonado

PRESENTACIÓN RESUMIDA DE DATOS Y RESULTADOS

El sistema TABS de estructura activada se ha dotado de un sistema de control que además de la regulación del mismo permite una monitorización de su funcionamiento. El sistema se organiza con 12 colectores por planta, cada uno de los cuales tiene entre 10 y 12 circuitos y funciona como una unidad. Cada colector dispone de una sonda de temperatura superficial del hormigón colocada en un punto medio de uno de los circuitos, una sonda de temperatura de retorno a la salida del colector y una válvula de dos vías con control PID. Además, el sistema de control regula la temperatura de impulsión al sistema fijándola en verano en 19-20 °C

Durante el día los circuitos no se activan, actuando el hormigón de forma completamente pasiva. El hormigón retira energía del ambiente y se calienta a lo largo del día unos 2 °C.

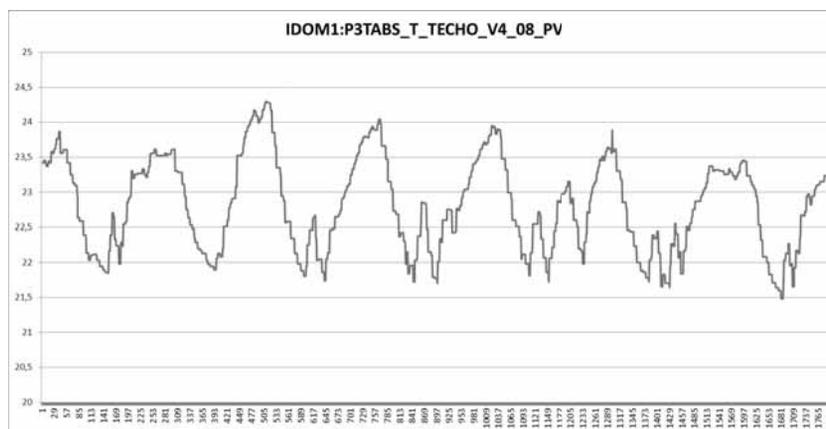


Figura 4. Evolución de la temperatura del hormigón en uno de los circuitos de la planta 41 durante la primera semana de julio. Temperatura de consigna: 22°C

Durante las noches, el sistema TABS entra en funcionamiento retirando la energía de la estructura. Si la temperatura de bulbo húmedo es de 15°C o inferior, el enfriamiento evaporativo es directo. El agua de los circuitos del sistema TABS es enfriada a través de un intercambiador por la torre de enfriamiento pasando de 24-25°C a 19-20°C. El rendimiento equivalente del sistema (COP) en una noche típica en la que las temperaturas de bulbo húmedo es inferior a 15°C ha sido de entre 30 y 40. La cantidad de energía media retirada de la estructura ha oscilado entre 1.000 y 2.000 kWh por noche para lo cual ha sido necesario aplicar al conjunto ventilador + bomba de la torre una energía eléctrica de entre 25 y 50 kWh.

Si la temperatura de bulbo húmedo es superior a 15°C, lo cual ocurre en Madrid en algunas noches de verano, el enfriamiento evaporativo directo no es posible y el enfriamiento se realiza con enfriadora con rendimientos mejores que los que se obtienen durante el día debido a que la temperatura de condensación nocturna es menor. Asimismo, la tarifa eléctrica es muy favorable en periodo nocturno (P6).

Los resultados energéticos del enfriamiento del edificio mediante la estructura activada se reflejan en la siguiente tabla:

Tabla I. Resultados energéticos globales del edificio IDOM-ACXT

Porcentaje de energía total retirada mediante la estructura activada	84,5 %
Porcentaje de energía aportada por otros medios (baterías de frío en UTAS y otros)	15,5 %
Energía térmica total retirada de la estructura	276.650 kWh
Energía eléctrica total freecooling hidráulico	7,453 kWh
Energía eléctrica bombeo+ventiladores UTAS	67.232 kWh
Energía eléctrica total en generación de frío (enfriadora)	31.708 kWh
Total energía eléctrica en refrigeración	106.393 kWh
Total energía eléctrica en refrigeración (unitaria) anual	12,52 kWh/m2
Total energía primaria refrigeración (unitaria) anual	31,29 kWh/m2

El resto de consumos en energías fijas del edificio han sido igualmente medidos, estando recogidos en la siguiente tabla. El bombeo y la ventilación se asignan proporcionalmente a la calefacción y refrigeración:

Tabla II. Energía final y primaria consumida anual en instalaciones fijas en edificio IDOM-ACXT

	Energía final en kWh/m2 y año	Energía primaria kWh/m2 y año
Refrigeración+bombeo+ventilación	12,52	31,29
Calefacción+bombeo+ventilación+ACS	19,76	21,74
Iluminación	10,6	26,5
Energía FV	2,25	-5,63
TOTAL	45,13	73,91

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS ANTERIORES

La energía total primaria consumida en el edificio es de 73,91 kWh/m2 y año, lo que supone un total de 670.742 kWh anualmente.

Para ser considerado edificio de Energía Casi Nula, se hace necesario compensar dicha energía primaria mediante el empleo de energías renovables, disponiendo del total de la superficie de la cubierta del edificio para instalar placas solares fotovoltaicas.

Haciendo referencia al artículo “La energía que producen los sistemas fotovoltaicos conectados a la red: el mito del 1300 y el cascabel del gato”, LORENZO, E. (2002), la energía eléctrica que podemos producir son 1.100 kWh por kWp. Esto supondría un equivalente a 2.750 kWh de energía primaria por kWp. Para compensar entonces los 670.742 kWh de consumo de energía primaria serían necesarios $670.742/2.750 = 244$ kWp de instalación fotovoltaica.

Actualmente ya es posible generar 1 kWp con 7,5 m2 de módulos fotovoltaicos por lo que para generar los 244 kWp son necesarios $244 \times 7,5 = 1.830$ m2 de superficie de módulos

fotovoltaicos. Como el edificio de IDOM dispone de una doble cubierta, prácticamente la totalidad de los 2.400 m² de cubierta están disponibles para instalar los módulos fotovoltaicos. Para evitar que unos módulos sombreen a otros elegimos colocar los módulos horizontalmente sin espacios entre ellos. Esta medida sin embargo produce una pérdida de rendimiento que hay que tener en cuenta y que está entre un 10 y un 20% de pérdidas. Tomando, del lado de la seguridad el 20%, entonces, para generar 1 kWp serán necesarios $7,5/0,8 = 9,4$ m² de paneles y por tanto la superficie total de paneles necesaria es de $244 \times 9,4 = 2.293$ m² de módulos fotovoltaicos horizontales. Dado que la cubierta del edificio tiene disponibles 2.400 m², la compensación de la energía consumida por el edificio se puede llevar a cabo. En el edificio de IDOM-ACXT dicha instalación está planificada para llevarse a cabo a medida que vayan existiendo en la compañía recursos económicos para afrontar el gasto que se cifra en más de 1 millón de euros.

CONCLUSIONES

Es de destacar que en edificios de alta carga interna, los aislamientos y tratamientos de la envolvente (protecciones solares, orientación, etc) solamente resuelven una parte de la cuestión energética ya que el problema debido a las cargas internas no se puede resolver protegiéndonos del exterior. Es necesario poner en marcha estrategias efectivas de disipación de dicha energía para lo cual es necesario que los sistemas del edificio liberen la energía de forma casi gratuita usando el ambiente exterior. Si además estos sistemas usan los propios elementos constructivos del edificio para almacenar la energía, podemos llegar a resultados muy esperanzadores.

Podemos concluir que el edificio de IDOM-AXCT puede considerarse Edificio de Energía Casi Nula debido fundamentalmente a dos cuestiones: el cuidado en los elementos arquitectónicos de la envolvente y la incorporación de la tecnología de estructura termoactivada, lo que proporciona al edificio la posibilidad de liberar una buena parte de su energía interna de modo casi gratuito. La combinación de la estructura termoactivada con el enfriamiento evaporativo, y la realización de freecooling hidráulico nocturno es esencialmente lo que hace que los consumos eléctricos del edificio se minimicen hasta valores compensables mediante fuentes de energía renovables en el propio edificio.

2. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a IDOM-ACXT la posibilidad de trabajar con el edificio sin ningún tipo de restricción y la posibilidad de publicar los resultados del presente resumen.

3. REFERENCIAS

LORENZO, E. (2002).: *“La energía que producen los sistemas fotovoltaicos conectados a la red: el mito del 1300 y el cascabel del gato”*. ERA SOLAR nº 107, pags 22-28 (2002)

(e)co, equilibrium through cooperation

A. Godoy, M. Palumbo, N. Sánchez, y A. Vilajoana. Universidad Politécnica de Cataluña

Resumen: El presente artículo describe la estrategia energética del prototipo (e)co desarrollado por un equipo de la UPC para la competición del Solar Decathlon Europe 2012 que tendrá lugar en Madrid en septiembre de 2012. Este contexto hace de (e)co una plataforma de investigación privilegiada donde ensayar soluciones creativas para la reducción del consumo energético de las edificaciones y verificar experimentalmente su validez y eficacia. Las estrategias utilizadas se dirigen no solo a la reducción del consumo de energía útil sino también de energía incorporada y tienen en cuenta en el papel fundamental del usuario en el funcionamiento energético de una vivienda. Con ello se ha logrado un balance energético positivo de 124,4 Kwh/m².

Área temática: Casos Prácticos de EECN

Palabras clave: Eficiencia energética, sistemas pasivos, energía incorporada, confort.

INTRODUCCIÓN

La construcción, en su conjunto -considerando también el transporte asociado- consume más de la mitad de los recursos materiales y el 40% de la energía, genera más de la mitad de los residuos y un tercio de las emisiones de CO₂ de nuestro país. SOLANAS, T. et al. (2009)

Estos datos, sumados a la cada vez mayor escasez de recursos (Fig 1), evidente en la actualidad como lo fue durante la crisis de los años 70, ponen de manifiesto la apremiante necesidad de diseñar nuevas estrategias productivas más eficientes en las que el sector de la construcción tiene sin duda un papel estratégico.

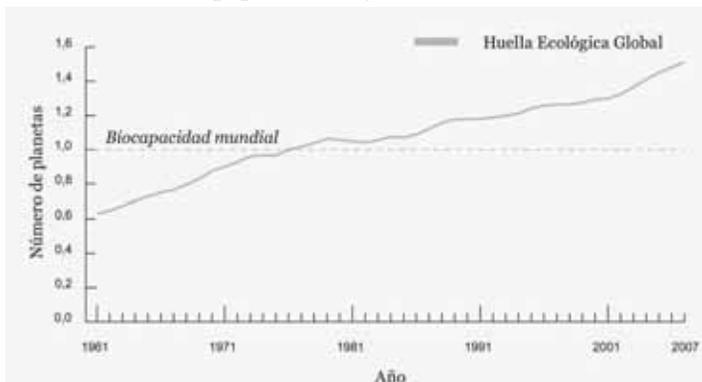


Figura 1. Recursos mundiales. (Informe Planeta Vivo 2008. www.wwf.org.co)

Si bien a lo largo de los últimos años se han desarrollado políticas y estándares de eficiencia energética (Passive House, Sinnergie, etc) en países como Alemania, Austria o Suiza, hasta ahora España había quedado prácticamente al margen de estas iniciativas.

Así, un edificio construido durante el boom inmobiliario consume una media de cinco veces más energía que un edificio Passive House (250kwh/m² frente a los 43kwh/m² de éste último) SOLANAS, T. et al. (2009).

Sin embargo, el estándar Passive House -como otros- está diseñado para climas continentales y fríos donde la mejora del aislamiento es la estrategia más eficaz para reducir el consumo energético. BECK, A. et al. (2004). Por el contrario, en nuestro clima el entorno contribuye a la consecución de las condiciones de confort de un edificio si se aprovecha su energía de manera eficiente. Por ello, la gestión que se haga del edificio es un factor fundamental en la reducción de su consumo energético. WADEL, G. y AVELLANEDA, J. (2009).

Además, si se tienen en cuenta no sólo la energía consumida a lo largo de su vida útil sino también la incorporada o necesaria para su construcción y para la obtención de los materiales que lo constituyen, factores como el peso empiezan a ser determinantes en el balance energético de un edificio. SOLANAS, T. et al. (2009).

Esto abre un amplio campo de investigación sobre las estrategias que entran en juego en el diseño de los EECN, muchas de ellas presentes ya en nuestra arquitectura vernácula, pero que las herramientas actuales permiten cuantificar, valorar, comparar y optimizar. El prototipo (e)co es una plataforma de experimentación en la que se ensayan algunas de estas posibles líneas estratégicas.

OBJETIVOS

El presente artículo presenta la estrategia energética del prototipo (e)co y desglosa los mecanismos que lo sitúan dentro de los EECN.

El objetivo es valorar la idoneidad de una respuesta global que reflexiona de manera simultánea y complementaria sobre un gran abanico de aspectos que influyen en el comportamiento energético de un edificio. Aspectos como la energía incorporada, el ciclo de vida de los materiales utilizados, la adecuación de los estándares de confort a las actividades en lugar de a los espacios, la interacción edificio-medio y usuario-edificio, los residuos generados en su construcción pero también durante su vida útil o el peso forman parte de la estrategia de reducción de demanda energética de (e)co.

1. REDUCCIÓN ENERGÉTICA: NUEVO CRITERIO DE CONFORT

La mejora de la eficiencia energética de una edificación se afronta generalmente bien con mejora del rendimiento en la producción de energía, bien optimizando el comportamiento térmico del edificio.

Desde (e)co se propone una tercera opción que, basándose en la experiencia y la tradición, recupera criterios de confort que en la última mitad del siglo XX han quedado en el olvido debido al desarrollo de la tecnología de la climatización. Aspectos como aclimatar solo las zonas de la vivienda que se usan o de permitir que las condiciones no sean uniformes en todos los espacios o durante todo el día se han recuperado en (e)co.

De este modo la vivienda diferencia entre tres espacios “interiores” encerrados en tres módulos de madera fuertemente aislados y un espacio intermedio que envuelve estos tres módulos. Los módulos están diseñados para aportar unas condiciones de confort según normativa durante todo el año y a todas horas. Sin embargo, el espacio intermedio está concebido como un espacio de

transición entre el interior y el exterior, donde las condiciones climáticas exteriores no sean ajenas a la vivienda, sino que se perciban de una manera matizada o “escalada”.

Esto significa que la zona intermedia no estará en condiciones de confort las 24h del día durante todo el año, aunque se asegura que con las estrategias bioclimáticas adecuadas estas condiciones se darán al menos un 60% del año, dependiendo de la climatología anual. Como se detalla más adelante, esto requiere una conciencia y voluntad por parte del usuario, habituado en la actualidad a unas condiciones de confort unitarias y estandarizadas constantes.

De esta manera conseguimos dos objetivos fundamentales, por un lado la reducción de la demanda energética y por otro que el usuario no quede ajeno al paso del tiempo a lo largo del día, con sus cambios lumínicos y térmicos, lo cual es fundamental para el biorritmo del cuerpo humano.

El siguiente gráfico muestra el ahorro energético de (e)co respecto a una vivienda estándar.

Tipo de vivienda	Demanda en verano (Kwh/m2)	Demanda en invierno (Kwh/m2)
Estándar	15.7	64.4
(e)co	10.89	24.57

Tabla I. Consumo energético de (e)co y de una vivienda estándar.

2. REDUCCIÓN ENERGÉTICA: SISTEMAS PASIVOS.

En la búsqueda hacia la eficiencia energética, el aprovechamiento de los recursos naturales del lugar -como son el aire, el sol, o la propia tierra- con sistemas pasivos son una herramienta fundamental. El proyecto (e)co está concebido desde su inicio para un máximo aprovechamiento de estos recursos. La piel exterior, por ejemplo, actúa en invierno como acumulador de energía en forma de calor gracias al denominado efecto invernadero; en verano, la ubicación de los huecos y elementos favorece la ventilación natural. Todo ello mejora notablemente el comportamiento térmico de la vivienda.

3. REDUCCIÓN ENERGÉTICA: HÁBITOS DEL USUARIO.

Se plantea la vivienda no como algo hermético sino como un organismo que interacciona con el entorno y con los usuarios. Para ello debe ser capaz de reaccionar a los cambios mediante estrategias y mecanismos que regulan las condiciones de confort para satisfacer las necesidades de habitabilidad. El usuario, como parte de este conjunto interconectado, juega un papel activo, y para ello es necesario una toma de consciencia y un compromiso con el entorno.

Considerando un período de 50 años, el consumo energético en un edificio estándar estaría alrededor de unos 10.000 kWh/m², lo que supone el cuádruple de la energía gris asociada a los materiales, que estaría alrededor de los 2519.56 kWh/m². CIES (2003).

En (e)co, el consumo energético anual vinculado al uso desciende en un 80%. En un edificio estándar, el consumo energético en climatización y ACS es del orden de un 68% del total, y electrodomésticos, cocina e iluminación suponen el otro 32% de la energía consumida en la vivienda. IDAE (2011). En (e)co, la notable reducción en la demanda energética en el uso es fruto de la estrategia bioclimática adoptada que reduce el consumo anual necesario en calefacción y refrigeración.

En todo caso, en el escenario (e)co, el uso sigue suponiendo un 65% más con respecto a la construcción, lo que denota la relevancia que adquiere el compromiso y la buena gestión por parte del usuario en los hábitos domésticos con respecto al consumo de energía.

4. REDUCCIÓN ENERGÉTICA: SELECCIÓN DE MATERIALES.

A parte de la reducción de la demanda energética de la vivienda hay que considerar la energía necesaria para la construcción de ésta. Los materiales de construcción tienen una energía de producción y de transporte asociada cuantificable, que hay que añadir a la energía de uso. Por esta razón, se tiene especial cuidado en la selección de los materiales que intervienen en el prototipo.

Una de las principales estrategias es optimizar al máximo todos los materiales empleados, estudiando las necesidades de (e)co y escogiendo la solución que mejor se adapte. Además, los materiales han de ser orgánicos de tal forma que puedan devolverse al medio sin causarle ningún daño, materiales industriales que puedan ser reutilizados o bien devueltos al ciclo tecnológico siguiendo la filosofía cradle to cradle, o materiales reusados que provienen de desechos industriales y que se convierten en materia prima de nuevo. Además se priorizarán los materiales locales para disminuir el impacto del transporte.

Al final, si traducimos los materiales a cantidad de energía, equivale a 694,22 KWh/m² que supone un ahorro del 72% con respecto a la edificación estándar (fig.2).

5. REDUCCIÓN ENERGÉTICA: REUTILIZACIÓN DE MATERIALES.

La reutilización de materiales supone alargar el ciclo de vida del producto, es decir, una vez el producto ha cumplido la función a la que originalmente estaba destinada, se le puede asignar una función alternativa. Desde (e)co se considera importante reflexionar acerca de la concepción social de residuo, se ha buscado dichas alternativas, impulsadas por la optimización económica, y se han convertido los desechos de una industria en el material de cerramiento de los módulos, cosa que supone un ahorro de 355,69 Kwh, un 0,4% del total.

6. REDUCCIÓN ENERGÉTICA: TASA DE RECICLAJE.

Otro modo de alargar la vida útil de los materiales es que tras el final de la vida útil de (e)co se conviertan de nuevo en materia prima de la industria. Para ello, resulta imprescindible establecer verdaderas estrategias de revalorización de los productos desechados.

Desde el proyecto hemos conseguido que sólo el 4% de los materiales (en masa) termine en el vertedero, el 96% restante puede ser reutilizado o reciclado. Esta práctica es útil tanto para reducir el consumo de materia prima como para disminuir la generación de residuos, que es uno de los desafíos de las sociedades contemporáneas.

Para conseguir este resultado no sólo es importante la elección de materiales sino el sistema constructivo utilizado, que ha de permitir un correcto desensamblaje de los diversos materiales para una adecuada separación y posterior revalorización.

7. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA CON PLACAS FOTOVOLTAICAS.

Las placas fotovoltaicas (células de silicón monocristalinas con una eficiencia del 14-15%) son la única fuente de energía eléctrica de (e)co.

En lugar de colocarse sobre la cubierta, las placas *son parte de* la misma y forman un sistema practicable que controla también la ventilación del espacio intermedio. De este modo, en verano, cuando el sol está más alto, las placas se levantan para permitir la ventilación quedando en posición horizontal y protegiendo, además, la casa de la radiación directa. Por el contrario en invierno las placas se cierran, con lo que su posición es más vertical. Así, la inclinación de las placas varía a lo largo del año junto con la del sol, optimizando su rendimiento, aunque en invierno parte de las placas tienen orientación norte lo que reduce la producción en esa época del año.

El otro aspecto significativo del sistema es la apuesta por la reducción radical de la demanda a través del diseño arquitectónico, de modo que la superficie de captación necesaria para satisfacerla se minimiza, reduciendo drásticamente los costes de construcción del prototipo.

Estimando una disminución del 2% del rendimiento las simulaciones indican una producción anual de 5452,9 kWh y un excedente anual de 1230,92 kWh.

8. ACUMULACIÓN DE ENERGÍA DE MANERA NATURAL.

El aprovechamiento de la energía solar siempre ha estado condicionado por la capacidad de acumulación. La manera natural y casi involuntaria de acumular la energía en la edificación es absorbiéndola en su propia masa en forma de calor gracias a la inercia de los materiales. En (e)co se plantea un sistema de acumulación de energía mediante una masa de inercia activada. La energía se extraerá transfiriendo el calor de la masa al aire que posteriormente se inyectará en la vivienda en los momentos de demanda. La energía que se podrá acumular a lo largo del año, dependiendo de las condiciones climáticas, se estima en torno a 31 kWh/m².

PRESENTACIÓN RESUMIDA DE DATOS Y RESULTADOS.

A partir de los apartados interiores es posible proponer que para considerar un EECN, es necesario tener en cuenta todas las fases de su ciclo de vida. Esto incluye el diseño y la ejecución de la obra, el uso y explotación a lo largo de su vida útil y el fin de esa vida útil, momento en el que el edificio deberá ser reincorporado nuevamente a un edificio.

Es importante que se considere el proyecto como un proceso más amplio que integre todos los aspectos anteriores. Aprovechar los recursos al máximo -tanto los naturales como los creados artificialmente- es una estrategia eficaz para conseguir un balance energético positivo.

CONCLUSIONES.

El consumo energético más importante en la edificación es el que se realiza durante la vida útil de éste, por ello son importantes los criterios bioclimáticos durante el diseño y el establecimiento de nuevas condiciones de confort, y para que ello funcione el usuario es uno de los componentes principales. Así mismo, la energía gris del edificio también debe ser tenida en cuenta, ya que equivale aproximadamente al 25% de la anterior. Desde (e)co se han establecido

critérios de reducci3n en ambos frentes obteniendo excelentes resultados y llegando a un balance energ3tico positivo de 124,4 KWh/m². Este dato no es concluyente ya que la energ3a de los materiales no incluye el transporte hasta la obra, sin embargo desde el equipo trabajamos para seguir disminuyendo la demanda de energ3a.

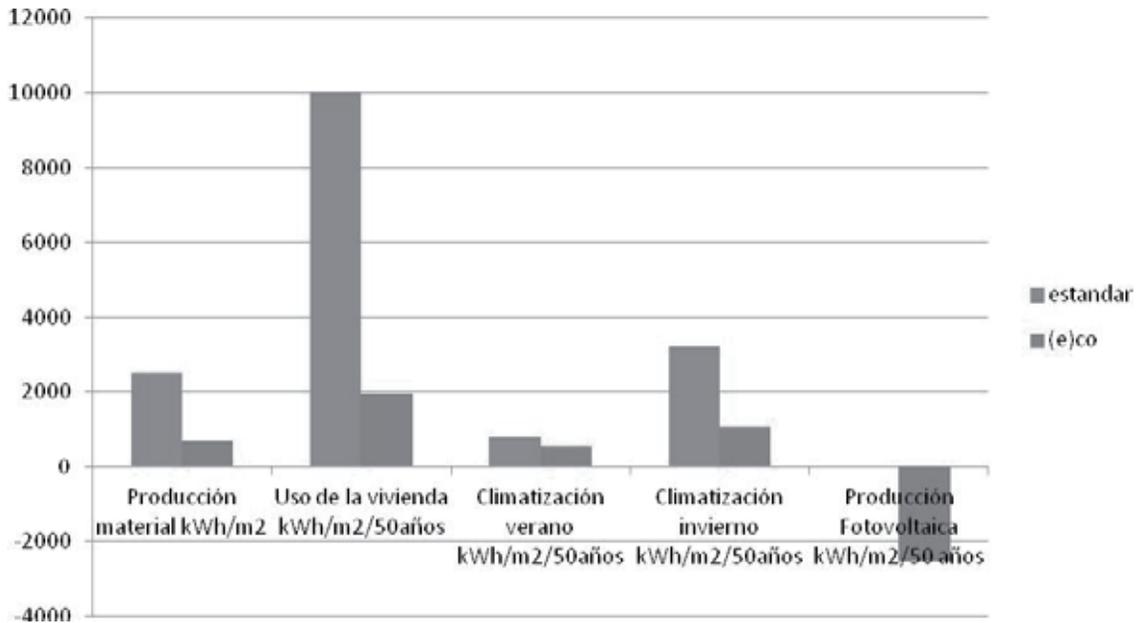


Figura 2. Comparativa energ3tica entre vivienda est3ndar y (e)co

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todo el equipo que hace posible que (e)co se convierta en una realidad.

REFERENCIAS

BECK, A. et al. (2004) "Thermal Transport in Straw Insulation". Journal of Building Physics. pg 227-234. V 27.

SOLANAS, T. et al (2009) "34kg de CO₂" Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge, Barcelona.

WADEL, G. y AVELLANEDA, J. (2009). "La sostenibilidad en la arquitectura industrializada: la construcci3n modular ligera aplicada a la vivienda". Tesis Doctoral. Universitat Polit3cnica de Catalunya. Departament de Construccions Arquitect3niques I

CIES (2003), "Els materials en la sostenibilitat de l'edificaci3n." Centre d'Iniciatives per a l'Edificaci3n Sostenible i Junta de Residus, Departament General de Qualitat Ambiental, Generalitat de Catalunya.

PATROCINIO PLATINO:



PATROCINIO ORO:



PATROCINIO PLATA:



PATROCINIO BRONCE:

