



Edificios de baja energía y energía neta cero aislados con **EPS**

EUMEPS



EPS: expandiéndose hacia un futuro sostenible

¿Qué es EUMEPS?

Fundada en 1989 por los Fabricantes Europeos de Poliestireno Expandido **EUMEPS** es una asociación que apoya y promueve la industria europea del EPS a través de Asociaciones Nacionales. Se divide en dos grupos de interés, reflejando las principales aplicaciones del Poliestireno Expandido (EPS): Envase y Embalaje, y Edificación y Construcción.

La afiliación a EUMEPS está abierta a las Asociaciones Nacionales, fabricantes de materia prima y transformadores multinacionales de EPS.

Grupo EUMEPS de Edificación y Construcción

El interés común de los miembros es la creencia de que el EPS es el material de aislamiento más económico para la edificación y la construcción. El EPS constituye alrededor del 35 por ciento del mercado total del aislamiento térmico en Europa, con más de 55.000 personas empleadas en su industria. Los miembros de EUMEPS representan más del 90% de la industria. El papel proactivo y de coordinación de EUMEPS es conseguir que el conocimiento de las ventajas del EPS llegue a una mayor audiencia, para hacer comprender los beneficios de su uso. La manera de conseguirlo incluye compartir información para permitir un diálogo con los constructores, arquitectos, legisladores y grupos normativos, a nivel nacional y europeo. EUMEPS también vigila y coordina la mejora continua del proceso de fabricación y la calidad del EPS. El objetivo es que el EPS ocupe su lugar correspondiente garantizando unos edificios seguros, confortables y energéticamente eficientes, contribuyendo al mismo tiempo a reducir en gran medida la emisión de gases de efecto invernadero.

Visión: EPS Expandiéndose hacia un futuro sostenible.

Misión: EUMEPS Construcción actúa como la fuerza motora de la industria del EPS para conseguir una percepción positiva del material por parte del gremio de la construcción y la ingeniería civil, haciendo del EPS el material preferido para conseguir soluciones sostenibles y eficientes en los edificios.

Objetivos:

1. Coordinar con éxito la industria del EPS
2. Generar credibilidad, confianza y relaciones dentro la cada vez más amplia industria de la construcción y en los que influyen a esa industria.
3. Ser el centro del conocimiento para la fabricación y aplicación del EPS.
4. Ser la voz proactiva de la industria del EPS en Europa y establecer posiciones en áreas clave (como las prestaciones de los aislantes, eficiencia energética, prestaciones contra-incendios, sostenibilidad, y asuntos de seguridad, salud y medioambiente) de manera que la industria pueda hablar con una sola voz.
5. Representar de manera activa los intereses de los transformadores y fabricantes de EPS a nivel europeo.
6. Apoyar activamente los intereses de los transformadores y fabricantes de EPS a nivel nacional.
7. Propugnar el EPS en las áreas clave, demostrando al mercado que nuestros hechos son ciertos y que el EPS ofrece ventajas innegables.
8. Ser conscientes del entorno competitivo y tener la capacidad de reaccionar a tiempo ante cualquier influencia negativa para el EPS.
9. Hacer crecer la construcción con EPS más rápidamente que el mercado general de los aislantes.

Valores Principales:

- Dirección responsable de los intereses de los miembros.
- Apoyar la industria del aislamiento y al mismo tiempo promocionar las ventajas específicas del EPS sin un tratamiento inadecuado de nuestros competidores.
- Compromiso de todos los participantes para contribuir, compartiendo sus conocimientos y experiencia.
- Comunicación abierta y transparente.
- Comparaciones justas y honestas con los materiales de los competidores, respaldadas por datos obtenidos de terceros.
- Valorar las aportaciones de todos los socios participantes.

¿QUÉ ES ANAPE?

ANAPE es la Asociación Nacional de Poliestireno expandido que representa a la industria española del EPS.

Desde 1979 en que fue fundada, dedica su trabajo a apoyar y promover la industria del poliestireno expandido tanto en su vertiente de construcción como en envase y embalaje.

Como miembro de EUMEPS comparte su Misión, Visión, Objetivos y Valores, manteniendo una colaboración estrecha en el trabajo diario para su consecución de los mismos.

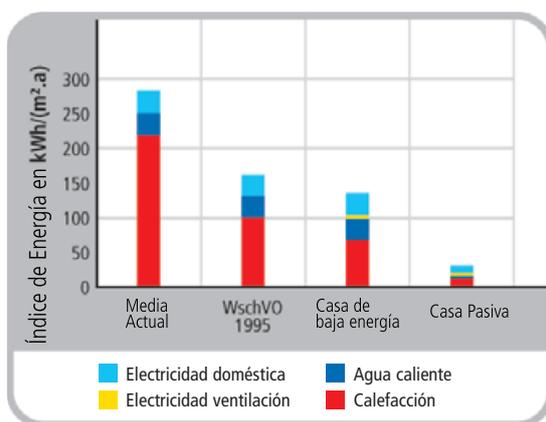


EPS: 98% DE AIRE

Introducción	2
1 Histórico Normativo	3
2 Edificios de baja y energía neta cero	4
2.1 Definición	4
2.2 Ventajas	4
2.3 Apariencia	5
3 Ventajas de los edificios de altas prestaciones	6
3.1 Medio ambiente	6
3.2 Confort	7
3.3 Efectos sociales y sobre la salud	8
3.4 Economía	8
3.5 Impacto geográfico	9
3.6 Seguridad en el suministro de energía	10
3.7 Generación de empleo	10
4 Principios del diseño integrado de edificios de alta eficiencia energética	11
4.1 Trias Energética	11
4.2 La envolvente del edificio	13
4.3 Orientación del edificio y luz natural	17
4.4 Fuentes de energía sostenibles	17
4.5 Electrodomésticos	17
4.6 Otras medidas	17
5. El papel del EPS en edificios de alta eficiencia energética	18
5.1 Valor óptimo del aislamiento	18
5.2 Propiedades clave del aislante de EPS	19
5.3 Realizar construcciones energéticamente eficiente con EPS	23
Referencias y acrónimos	28

Introducción

Durante las próximas décadas podemos esperar una considerable actividad de la construcción en Europa. Se seguirán levantando nuevos edificios pero, probablemente más importante que eso, será el destino de los edificios antiguos, los cuales tendrán que ser rehabilitados o derruidos para cumplir con las nuevas normas de edificación. En Alemania, por ejemplo, un 70% de toda la actividad de aislamiento ya está relacionada con la rehabilitación y se espera que ese porcentaje aumente aún más como consecuencia directa de la necesidad de tener una mayor eficiencia energética. El diseño y las prestaciones de los edificios deben cambiar a medida que la conciencia pública y legal aumenta cuando se trata de eficiencia energética y de la reducción de los gases de efecto invernadero. El sector de la vivienda juega un importante papel, pues más del 40% de la energía en Europa se consume en los edificios. La investigación y los proyectos pioneros en Europa han confirmado que, usando edificios de bajo consumo de energía o edificios “pasivos” tanto para obra nueva como para rehabilitación, se puede conseguir una reducción de entre el 70-80% de la demanda de energía, y eso hoy es técnica y económicamente viable.



Comparación de los Índices energéticos de viviendas 1
WSchVO = Norma Alemana de Protección de la calefacción
SBN = Norma Sueca de Construcción

Un edificio de baja energía (o bajo consumo de energía) es un tipo de edificio que aporta el máximo confort para sus ocupantes, tanto en invierno como en verano, con unos requisitos mínimos o nulos de calefacción tradicional y sin refrigeración activa. Los edificios llamados “pasivos” tienen un nivel definido de consumo de energía máximo de 15 kW/m². Los edificios de energía neta cero son autosuficientes en cuanto a demanda de energía se refiere. En ambos casos, se necesitan edificios muy bien aislados, con los mínimos puentes térmicos posibles, que utilicen las ganancias solares pasivas, muy herméticos y en los que la calidad del aire interior esté garantizada por un sistema de ventilación con recuperación del calor.

No se trata de un concepto nuevo. La primera casa pasiva fue construida en 1989 y hoy hay unas 10.000 casas pasivas en el mundo. Los edificios de baja

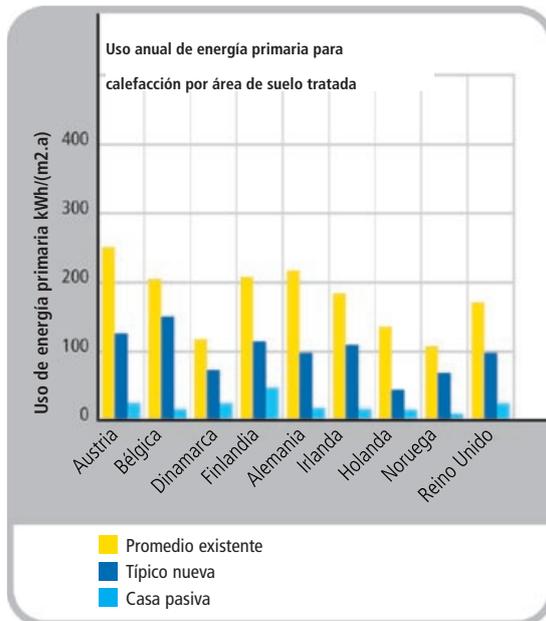
energía y los de energía neta cero son un método sólido, maduro y de bajo coste, que crece rápidamente, para conseguir ahorros de energía y ayudar a evitar el cambio climático.

Este documento facilita una visión del marco regulador a nivel de la UE (EPBD Energy Performance Building Directive o Directiva de Eficiencia Energética en la edificación) aprobada durante el mes de Junio de 2010 para edificios de bajo consumo de energía y los que comúnmente se denominan edificios de energía neta cero que la directiva denomina “de energía neta casi nula”. También detalla los principios y ventajas de ese tipo de construcción y el papel clave que el aislamiento de Poliuretano Expandido puede jugar para mejorar los beneficios.



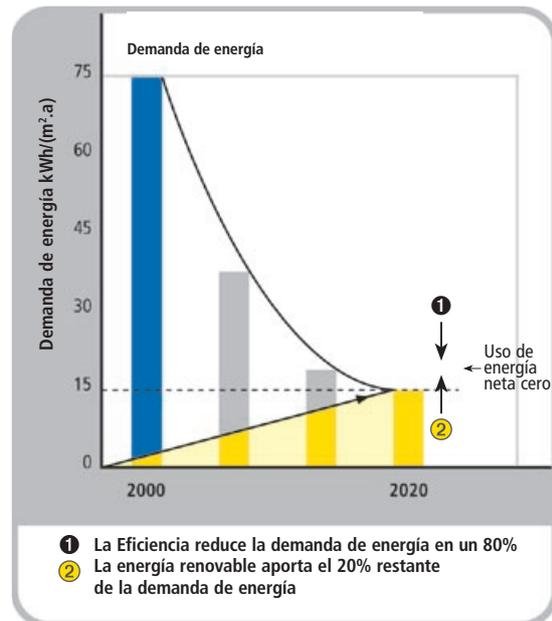
1 Histórico Normativo

Dependiendo de las normas locales y nacionales, hay requisitos mínimos legales para el aislamiento de nuevas viviendas y ampliaciones de viviendas existentes. Tal como muestra la figura siguiente, la normativa deja todavía mucho campo para mejoras, si queremos optimizar la eficiencia energética.



Energía primaria utilizada por país. [ref 1]

El concepto de Casa Pasiva, o como se llama ahora en la Directiva Europea de Eficiencia en edificación de “energía neta casi nula”, se ha convertido en una solución aceptada en toda Europa para alcanzar una reducción significativa de la demanda de energía en los edificios. La comisión europea, en diciembre de 2009, acordó con el parlamento y el consejo, construir todas las viviendas nuevas en 2020 según el estándar de energía neta nula (o casi nula) y, para los edificios públicos, incluso dos años antes [ref 2]. Además, en 2050 todos los edificios existentes deberán ser también edificios de “energía neta casi nula”. Es obligatorio que cada país de la UE publique Planes Nacionales de Eficiencia Energética (NEEAP's). En esos planes deberán, entre



Método para conseguir Edificios con Energía Neta Cero.

otras medidas, formular objetivos concretos sobre el porcentaje de edificios con energía neta cero y definir acciones para conseguirlo e informar de los progresos. A medida que se desarrollan las normas de construcción y aumenta la concienciación pública sobre temas de sostenibilidad, los compradores de viviendas probablemente demandarán cada vez más elementos de diseño pasivo. Resulta rentable superar los requisitos normativos mínimos y conseguir un hogar más eficiente y más confortable con facturas energéticas más bajas. La instalación o mejora del aislamiento del edificio es una de las mejores inversiones, económica y ecológicamente, que se pueden hacer.

País/año	2009	2010	2012	2013	2015	2016	2020
Dinamarca		-25% ¹⁾			-50% ¹⁾		-75% ¹⁾
Francia			LEB				E+
Alemania	-30%		-30% ²⁾				NFFB
Holanda		-25% ¹⁾			-50% ¹⁾		ENB ⁴⁾
Reino Unido	-25% ¹⁾		-44% ¹⁾		NZEB ⁴⁾		

LEB = Edificios de Baja Energía. E+ = Edificios con energía positiva. NFFB = Edificios que operan sin combustibles fósiles.
 ENB = Edificios con Energía Neutra. NZEB = neto cero de CO2, incluyendo calefacción, luz, agua caliente sanitaria y todos los electrodomésticos.
 1) Porcentaje del nivel mínimo de 2006. 2) Norma de Eficiencia Energética. 3) Porcentaje del nivel mínimo de 2009. 4) Nivel de Casa Pasiva.

Introducción planificada de las normas de baja energía como requisitos mínimos en las normas de construcción de edificios, en los estados miembros de la UE. [ref 3]

2 Edificios de baja energía y energía neta cero

2.1 Definición

Como ya se ha explicado, el término “edificio pasivo” se refiere a edificios con unas condiciones de confort máximo para sus ocupantes durante el invierno y el verano, sin sistemas tradicionales de calefacción y sin refrigeración activa. Normalmente, eso incluye edificios muy bien aislados con puentes térmicos mínimos, que utilizan ganancias solares pasivas, son estancos y en los que la calidad del aire interior está garantizada mediante un sistema de ventilación con recuperación del calor.

El concepto básico de un edificio pasivo es minimizar la demanda de calor para calefacción y refrigeración, hasta el punto en que el sistema de calefacción/refrigeración tradicional ya no sea necesario. La demanda total de energía para calefacción y refrigeración está limitada a 15 kWh/(m².a) en el espacio tratado. Esto tiene en cuenta la temperatura exterior, la capacidad de calor del aire y la temperatura máxima a la que se puede calentar el aire para alcanzar unas condiciones óptimas. El uso total de energía primaria para agua caliente sanitaria, calefacción y refrigeración y fun-

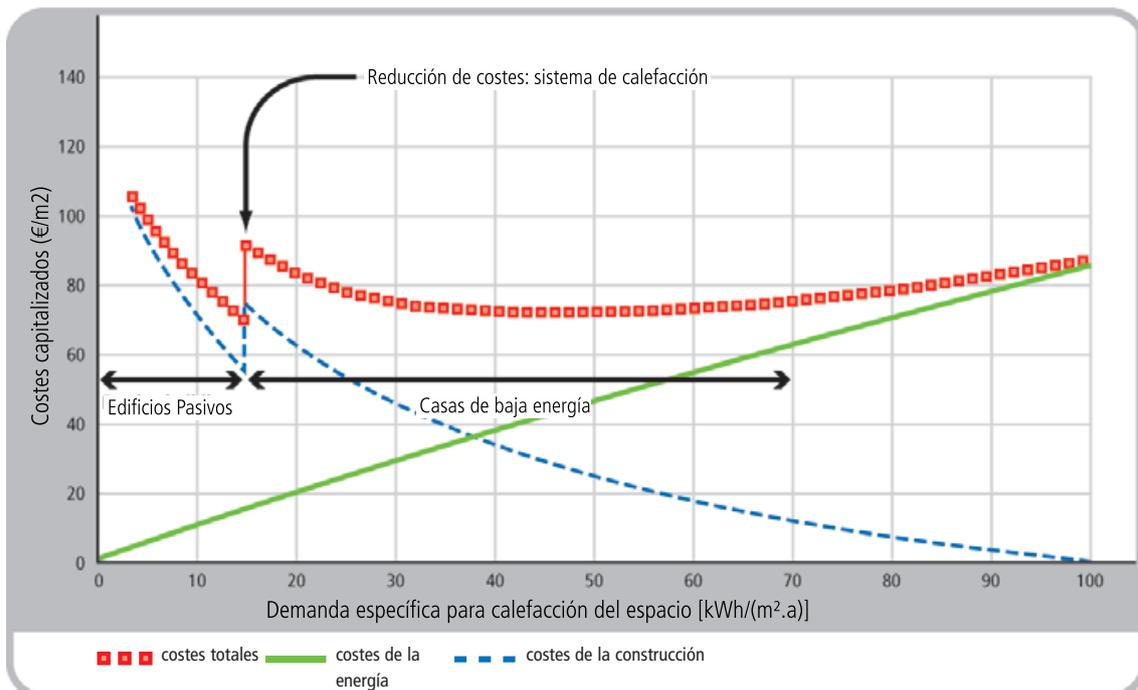
cionamiento de los electrodomésticos está limitado a 120 kWh/(m².a).

Al limitar la demanda de energía a un mínimo, el suministro mediante fuentes de energía renovable es suficiente para satisfacer las necesidades de energía resultantes. El objetivo es maximizar el confort para las personas que viven en la vivienda y al mismo tiempo minimizar el uso de energía y otros impactos sobre el medio ambiente. Esto implica aprovechar al máximo las fuentes de energía naturales y gratuitas, como el sol y el viento, para suministrar calefacción, refrigeración, ventilación e iluminación, contribuyendo así a un uso responsable de la energía.

Los costes de inversión pueden ser más altos para un edificio de energía neta cero en comparación con un edificio convencional, pero los bajos costes de funcionamiento hacen que estos edificios sean rentables a lo largo de su vida útil.

2.2 Ventajas

Las ventajas clave de los edificios de baja energía, pasivos o de energía neta cero, son una reducción de



Costes de construcción de edificios de baja energía. [ref 4]



los costes de funcionamiento para el edificio y una huella medioambiental mucho menor. Esto influye en la seguridad de la energía así como en la sostenibilidad medioambiental. Hoy en día, la tendencia apunta hacia los edificios con energía neta cero como estándar de todas las construcciones futuras.

La mejora de la eficiencia energética de un edificio exige más esfuerzo e inversión en el diseño y construcción de la envolvente. Pero si la eficiencia energética se mejora mediante medidas sencillas y de bajo coste, puede aportar importantes ventajas. La demanda energética de la calefacción y la electricidad así como la de los servicios, intercambiadores de calor y equipos de calefacción se pueden reducir, aportando así un ahorro en costes de esos equipos comparados con los de los edificios convencionales. En un edificio con energía neta cero, los ahorros en costes de los sistemas de servicios del edificio pueden cubrir una gran parte de los costes extras de la envolvente del mismo. Unos servicios sencillos reducen también los costes de mantenimiento e instalación.

La inversión extra en tecnología de energía neta cero depende mucho de la fase de construcción en la que se encuentre el edificio ese momento, el aislamiento térmico, la ventilación y las ventanas. La experiencia adquirida en estos edificios minimizará el esfuerzo necesario para tener éxito en el futuro. A medida

que los promotores de edificios con energía neta cero ganan experiencia y aumenta su demanda del mercado, los costes adicionales disminuyen. En cualquier caso, un edificio con energía neta cero es una inversión que se compensará a largo de su ciclo de vida, independientemente de la tecnología de construcción actual.

2.3 Apariencia

La apariencia de un edificio de baja energía o de energía neta cero no difiere de la de un edificio convencional. Vivir en esos edificios no requiere un comportamiento diferente y no están diseñados para una determinada categoría de gente.





3 Ventajas de los edificios de altas prestaciones

3.1 Medioambiente

El diseño de baja energía, que incluye reducir la demanda para calefacción y refrigeración mediante la instalación de aislamiento térmico superior, es un elemento clave de un edificio sostenible.

La comunidad científica coincide en reconocer que el calentamiento global y el cambio climático están influidos por el comportamiento humano. Las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) producidos por la quema de combustibles fósiles, para satisfacer nuestras demandas actuales de consumo de energía, es el factor clave. El Panel Intergubernamental de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (IPCC) ha vaticinado que los efectos durarán un largo periodo de tiempo. Incluso si se estabilizasen las emisiones de CO₂ en un futuro próximo, las temperaturas globales y los niveles de los océanos seguirían subiendo durante cientos o miles de años.

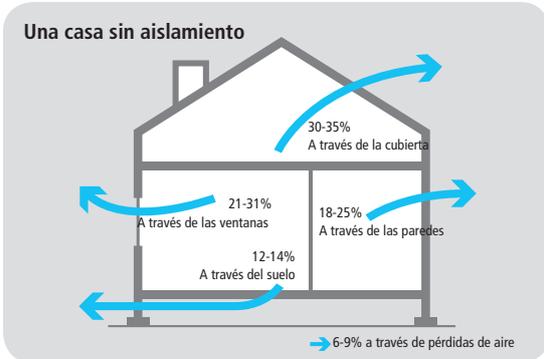
El cambio climático afectará a nuestras vidas diarias y afectará también al sector de la construcción. Se espera que provoque que algunas zonas de Europa sean más cálidas y secas y otras más húmedas. Los científicos advierten que los peores efectos pueden ser los

que deriven de eventos climáticos más extremos que se producirán con más frecuencia, tales como lluvias excesivas, inundaciones, sequías y tormentas, más que de cambios en las condiciones medias del clima. Se esperan aumentos de la intensidad de la radiación ultravioleta hasta el 2015 y una disminución posterior gradual de alrededor del 6-7% en el 2030, hasta llegar al 10% por debajo de los niveles actuales en el 2070. Conviene recordar que la radiación ultravioleta es actualmente la causa principal del cáncer de piel.

Los cambios afectarán también al diseño de la construcción. Los edificios tendrán que soportar lluvias torrenciales y habrá más presión sobre los diques, sistemas de drenaje de agua y evacuación de agua en cubiertas. De manera alternativa, los edificios tendrán que ser diseñados para temperaturas más cálidas que las actuales y también deberán tener en cuenta que la pluviometría estival será probablemente más reducida. Se esperan más sequías, comprometiendo el suministro de agua en las ciudades. Estos cambios afectarán al confort térmico y a la demanda de refrigeración dentro de los edificios. Un aumento de la humedad podría acarrear un aumento del crecimiento de moho y otros problemas de calidad del aire interior.

Demanda de energía <small>De una vivienda unifamiliar tradicional</small>	225-200 kWh/(m ² .a)	175-150 kWh/(m ² .a)	125-100 kWh/(m ² .a)	125-100 kWh/(m ² .a)
Edificio estándar	Media actual	WschVO 1995 ¹⁾	Casa de baja energía	Casa pasiva
	Aislamiento térmico totalmente insuficiente. Cuestionable estructuralmente, el coste de la calefacción ya no es económico (típico de edificios rurales, edificios antiguos no reformados)	Aislamiento térmico insuficiente. La rehabilitación térmica es claramente rentable (típico de casas residenciales construidas entre los 50 y los 70)	Casas de baja energía	Casas de muy baja energía (las casas pasivas deberán cumplir con este parámetro como parte del perfil de requisitos)
Emisiones de CO ₂ (m ² .a)	60 kg	30 kg	10 kg	1,5 kg
Consumo de energía en litros de gasóleo de calefacción por m ² de espacio habitable y año	30-25 litros	15-10 litros	5-4 litros	0,75 litros

¹⁾ WschVO 1995 = Wärmeschutz Verordnung 1995; Normas Alemanas para la Construcción



Ref: <http://www.smarterhomes.org.nz/design/insulation>

El cambio climático podría tener también otros efectos: por ejemplo sobre los costes de seguros. Algunas propiedades podrían incluso no ser “asegurables”.

En la reunión del G8 de julio de 2009, las principales economías del mundo acordaron, por primera vez incluyendo a los EEUU, que las temperaturas mundiales no deberían aumentar más de 2 grados. Los dirigentes del G8 se comprometieron a intentar un recorte del 80 por ciento en las emisiones de los gases de efecto invernadero antes del 2050. Eso solo se podrá conseguir mediante un giro rápido y riguroso en nuestros patrones de consumo y producción de energía.

Al evaluar las posibilidades de reducir nuestro consumo energético, el 40% del consumo europeo es de los edificios y aproximadamente la mitad de nuestro potencial para recortar nuestro consumo total proviene de este sector [ref 5]. Globalmente esto supone 3,3 millones de barriles de petróleo por día ó 460 millones de toneladas de CO₂ por año: el equivalente de retirar permanentemente 100 millones de coches de nuestras carreteras.

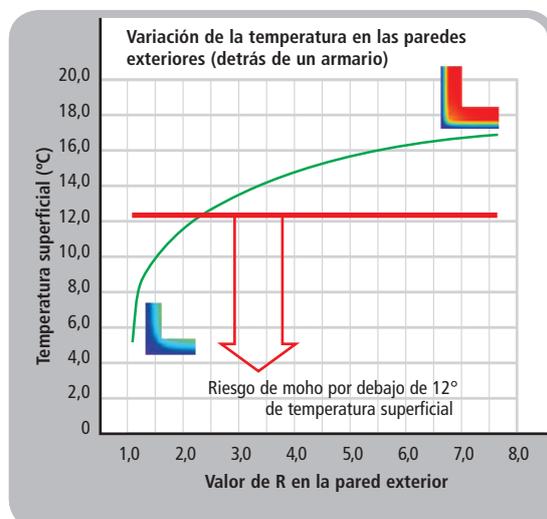
3.2 Confort

Está demostrado que una parte importante del confort depende del “confort térmico”. De acuerdo con la norma ISO 7730, es importante que:

- El aire no tenga demasiada humedad,
- La velocidad del aire se mantenga dentro de límites aceptables (con velocidades por debajo de 0,08 m/s menos del 6% de la gente notará corriente de aire),

- La diferencia entre temperatura del elemento radiante y la del aire se mantenga pequeña,
- La diferencia de la temperatura radiada en diferentes direcciones se mantenga también pequeña (menos de 5°C; “asimetría de la temperatura de radiación”),
- La diferencia de la temperatura del aire de la habitación, entre la cabeza y los pies de una persona sentada, sea menor de 2°C,
- La temperatura percibida varíe menos de 0,8°C dentro de la zona habitada.

El uso de principios de diseño de baja energía, especialmente un buen aislamiento térmico que evite los puentes térmicos, proporcionará una temperatura constante sin superficies frías en el interior de las habitaciones. Esto mejora el nivel de confort debido a la ausencia de movimientos significativos del aire. Un buen aislamiento térmico ocasionará menos diferencias de temperatura y fluctuaciones a lo largo del año, lo cual hará que la casa sea más seca y más confortable para vivir con una temperatura media más baja. Un buen aislante, junto con una buena protección contra el sol, nos aportará también una excelente protección contra el calor en verano. Las encuestas entre los ocupantes de diversos proyectos ejecutados con estos criterios muestran un elevado nivel de satisfacción con el ambiente interior, tanto en invierno como en verano.



Relación entre la temperatura superficial de una pared exterior detrás de un armario y el valor del aislamiento. [ref 6]



3.3 Efectos sociales y sobre la salud

Los hongos y el moho tienden a crecer en un entorno de alta humedad. La humedad se ve a menudo potenciada en una vivienda con un elevado número de ocupantes, puesto que los humanos generamos humedad constantemente. El moho y el crecimiento de hongos se pueden evitar mediante un buen aislamiento sin puentes térmicos. Las superficies frías y húmedas, como las esquinas o los contornos de los pilares, originan el crecimiento de estos organismos que provocan problemas relacionados con la calidad del aire interior. Una amplia investigación en Nueva Zelanda [ref 7] ha demostrado que vivir en una vivienda bien aislada, comparado con una casa sin aislamiento, conlleva:

- Unas rentas disponibles superiores, debido a la reducción de hasta el 34% en costes de energía.
- Mejoras significativas (10 - 11%) en la salud y calidad de vida de los ocupantes.
- Disminución de la posibilidad de crecimiento de moho y ácaros gracias a la reducción de la humedad relativa media.
- Reducción de los resfriados y problemas respiratorios para los habitantes (del 40 - 50%).
- Menos visitas a los médicos de cabecera y una reducción del 36% de ingresos en hospitales debido a problemas respiratorios;
- Menos probabilidades de que los habitantes tomen días de baja en el trabajo y la escuela por enfermedad (reducción del 40 - 50%).

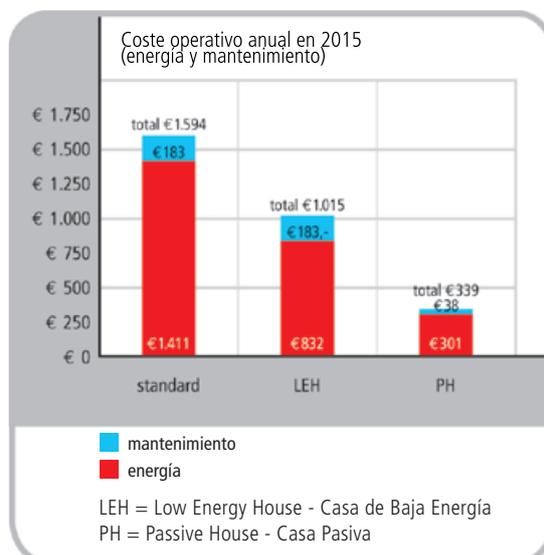
3.4 Economía

Se pueden incorporar varias características de diseño en nuevas construcciones o rehabilitaciones con muy poca o mínima inversión adicional. Estas medi-

das se concentran en el uso efectivo de características que son comunes en la mayoría de las viviendas, que incluyen:

- Una correcta orientación respecto al sol puede aportar calor e iluminación naturales.
- La forma del edificio: Los edificios compactos tienen menos superficie de muros exteriores y, por lo tanto, menos probabilidades de perder calor. Los edificios largos y estrechos son mejores para una iluminación natural y ventilación cruzada, utilizando las corrientes naturales para ventilación, enfriando espacios interiores y aportando aire fresco.
- La distribución de las habitaciones y las actividades de los ocupantes para tener en cuenta el movimiento solar, la luz natural y las potenciales fuentes de ruido.
- Utilización de la inercia térmica disponible en la estructura del edificio (por ejemplo, en la losa de hormigón del suelo) para moderar las temperaturas y suministrar calor.
- Utilización de voladizos en la cubierta correctamente dimensionados y otros elementos de sombra para reducir la luz y el calor no deseados.
- Considerar cuidadosamente el emplazamiento y tamaño de las ventanas así como las prestaciones de cristales y marcos.
- Un buen aislamiento térmico de la envolvente del edificio.
- Elección adecuada de los materiales de construcción.
- Cuidar los detalles y la ejecución para obtener un edificio estanco al aire.

El valor económico de un edificio de bajo consumo de energía se mantendrá mejor que el de una propiedad



E.M. Jordan, "Wirtschaftlichkeit des Passivhaus".

	Costes Extra de Capital (%)	Demanda de calefacción estándar kWh/(m ² .a)	Demanda de calefacción pasiva kWh/(m ² .a)	Demanda de refrigeración estándar kWh/(m ² .a)	Demanda de refrigeración pasiva kWh/(m ² .a)	Ahorro total de energía (%)	Costes extras por kWh/(m ² .a) ahorrado al año (€)	Tiempo de amortización (años)
Francia	9,0	69	17	N.A.	5	45	1,90	20
Alemania	6,7	90	15	0	0	50	1,30	19
Italia	5,0	111	11	5	3	65	0,70	8
España (Sevilla)	2,9	59	9	23	8	41	0,60	5
Reino Unido	5,5	59	15	0	0	26	1,80	19

Fuente: Proyecto Passiv-On patrocinado por la UE, 2007. [ref 8]

similar que tenga un gasto elevado. Determinadas características de diseño implican una inversión adicional, pero se compensan con la reducción de las facturas energéticas. También aportan ventajas importantes mejorando el confort, haciendo que la casa esté más caliente o más fría, más saludable y más seca. Esas características incluyen:

- Elevados niveles de aislamiento de la envolvente del edificio;
- Muros interiores aislados o suelos con una elevada inercia térmica;
- Ventanas y acristalamiento aislantes.

Algunos equipos para el diseño de viviendas de baja energía, como los paneles solares para el suministro de agua caliente sanitaria, pueden tener un coste inicial más elevado que los convencionales, como los calentadores de gas o eléctricos. En algunos casos, el ahorro final no compensará los costes iniciales de compra. Pero, para ciertos productos como los calentadores de agua solares, paneles fotovoltaicos y otros generadores locales de energía, puede haber ayudas gubernamentales disponibles.

El bajo uso de la energía aporta algo de seguridad frente a los crecientes costes energéticos. La evolución de los precios de la energía es muy difícil de predecir, pero su influencia sobre los costes a largo plazo es muy importante. Por ejemplo, con un aumento de precio del 3% anual, el ahorro acumulado de costes para las medidas de eficiencia energética a lo largo de un período de 40 años será aproximadamente de 150 €/m².

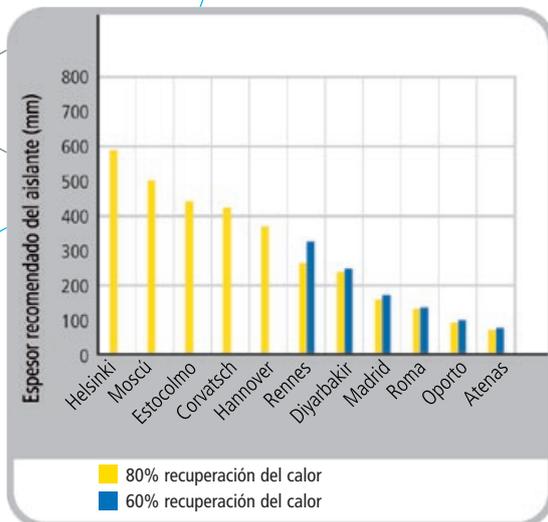
Las implicaciones financieras de una amplia introducción de edificios de baja energía podrían ser enormes. ¡Si se aplicasen todas las medidas económicas de eficiencia energética a los edificios de Europa, se ahorra-

rían 270.000 millones de euros al año! [ref 9]

Para conseguir esa energía y, por tanto, los ahorros de costes, las viviendas de baja energía se tienen que convertir en el estándar obligatorio. Eso es relativamente fácil de conseguir para la vivienda nueva durante la fase de diseño. Para los edificios existentes, la rehabilitación energética se suele combinar con la estética, técnica y un mantenimiento programado. Se suele esperar hasta que se necesiten otros trabajos de rehabilitación, así se comparten los costes del andamiaje, pintura y acondicionamiento de la fachada, etc... En casi todos los casos los ahorros en las facturas energéticas cubrirán fácilmente la inversión realizada en los primeros 20 años. Pero los menores costes energéticos que conllevan un mejor aislamiento seguirán durante toda la vida del edificio, haciendo que esas medidas resulten muy económicas. En muchos países, estas medidas están subvencionadas por los gobiernos, entre ellos, España.

3.5 Impacto geográfico

Aplicar el concepto de diseño de baja energía no sólo tiene sentido en la parte fría del norte de Europa. Ahora bien, el espesor idóneo del aislante depende de la ubicación. En los climas cálidos, el coste adicional de reducir el consumo energético a un nivel aceptable, es más bajo. Al mismo tiempo, la demanda de energía para refrigeración es mucho más elevada. Los análisis económicos del proyecto Passiv-On patrocinado por la Unión Europea muestran que el tiempo para recuperar la inversión en los climas cálidos es incluso inferior al de los climas más fríos, por lo que tiene sentido aplicar los principios de baja energía también en el sur de Europa.



Espesor orientativo recomendado del aislante. [ref 4]

3.6 Seguridad en el suministro de energía

Puesto que aproximadamente el 80% de la energía europea proviene actualmente de combustibles fósiles, una ventaja política clave de la reducción de la demanda global de energía es la disminución de la dependencia de los países que producen estos combustibles. Muchos de esos países proveedores están en zonas de inestabilidad política, lo que ha tenido un impacto dramático sobre la disponibilidad y coste durante los últimos 40 años, y seguirá siendo así en el futuro.

Los edificios de baja energía están bien preparados para la escasez de energía a largo plazo, o cortes de suministro, aportando estabilidad de la temperatura

en el interior del mismo. El enfriamiento o calentamiento de los edificios bien aislados en caso de un corte de suministro prolongado será moderado, debido a las pocas pérdidas de calor y a las ganancias solares y térmicas internas. En el caso de estos cortes, el control de la temperatura interna puede ser independiente de un suministro por fuente externa de energía.

3.7 Generación de empleo

La construcción y rehabilitación de edificios se realiza principalmente en núcleos de población y, por ello, requiere mano de obra local. Alrededor del 75% del aumento de los costes revierte en los constructores locales, creando un valor añadido adicional para el empleo. El 25% restante proviene de la compra de materiales, principalmente de origen regional, especialmente en el caso de materiales aislantes voluminosos, para los que el coste del transporte hace que no sea rentable el transporte a largas distancias. El hecho de que la generación de empleo sea local representa una ventaja política importante.

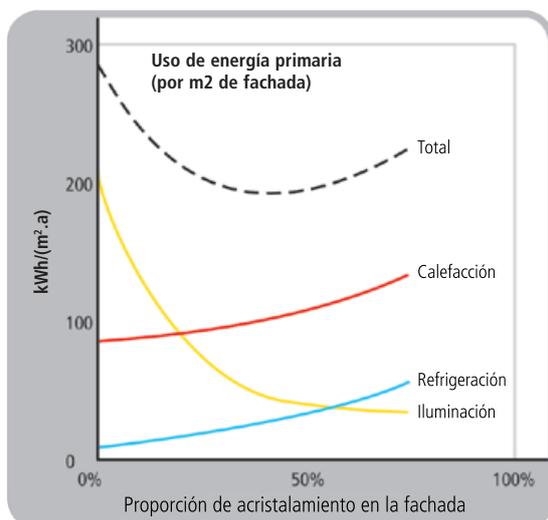
Se han hecho muchos estudios para calcular los beneficios de una política de promoción de viviendas de baja energía para el empleo. La creación de puestos de trabajo proviene, no solo de la mano de obra necesaria para la construcción o rehabilitación del edificio, sino también del flujo financiero adicional para la economía, originado por los menores costes acumulativos de la energía. Las estimaciones dicen que, si Europa elige aplicar una estrategia ambiciosa para la eficiencia energética, se crearían 1,7 millones de empleos en la UE. [ref 10]

Europa se puede beneficiar también de su posición dominante actual en el campo de edificios energéticamente eficientes. Manteniendo y reforzando esa posición, podremos exportar esa tecnología, junto con el empleo y los beneficios financieros asociados.



4 Principios del diseño integrado de edificios de alta eficiencia energética

El confort y la salud de las personas dependen de las condiciones ambientales interiores del edificio, incluyendo la temperatura, humedad, calidad del aire, iluminación y niveles de ruido. Esto se puede gestionar teniendo en cuenta principios de diseño de eficiencia energética tanto en edificios nuevos como rehabilitados. Los proyectistas deben integrarlos con los requisitos de la normativa local y nacional de construcción, la estética, requisitos del cliente, etc.



[ref 11]

Todos los aspectos del diseño de edificios están interrelacionados, así que para optimizar la eficiencia energética es importante adoptar un proceso de diseño totalmente integrado. A menudo, los cambios en una zona afectan a otras áreas. Por ejemplo, para conseguir una buena iluminación natural se necesitan grandes ventanales con las consecuentes posibles ganancias de temperatura, que deberán compensarse. Las necesidades de una ventilación natural pueden chocar con los esfuerzos para controlar el

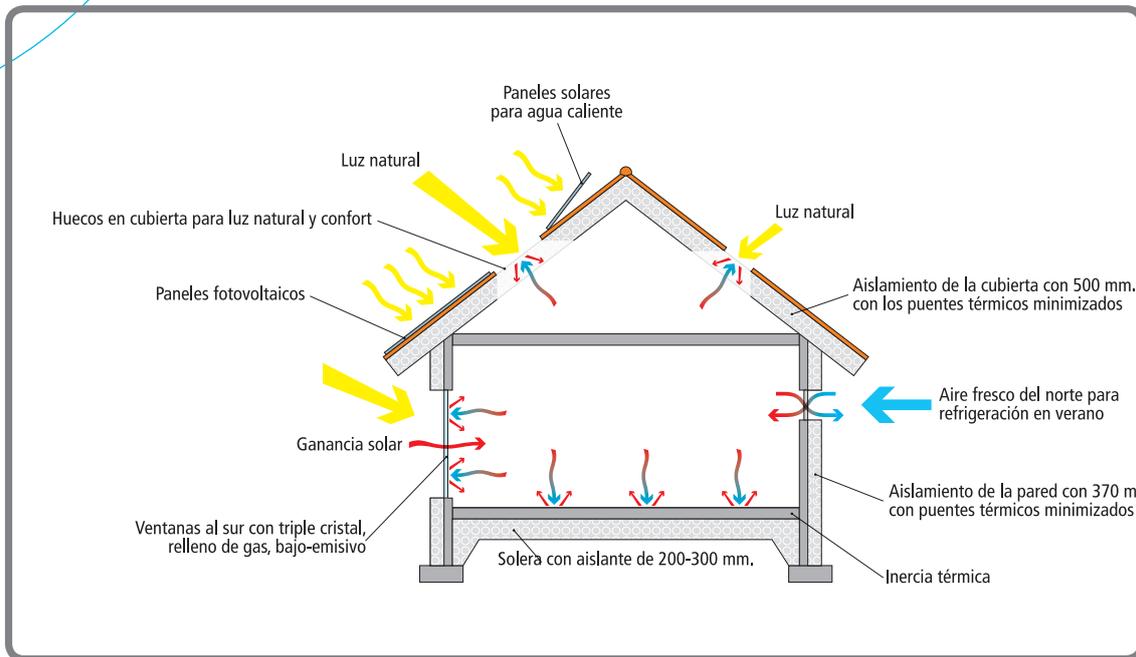
ruido exterior. Ningún factor se deberá contemplar aislado sin evaluar su efecto sobre los demás. Es esencial tener un punto de vista global.

4.1 “Trias Energética”

Una envolvente del edificio energéticamente eficiente es clave para el diseño de edificios de baja energía. Esta premisa forma parte de los 3 principios de la eficiencia energética, también llamados “Trias Energética” que recalcan la importancia de reducir la demanda de energía antes de añadir sistemas para suministrarla. Esto promueve soluciones sólidas con los menores impactos ambientales posibles. Las decisiones de la primera etapa determinan el tamaño de la calefacción, refrigeración y las necesidades de iluminación, siendo un buen diseño estructural esencial para minimizar la necesidad de estos servicios. Malas decisiones en este punto pueden fácilmente duplicar o triplicar el tamaño de los equipos mecánicos que se puedan necesitar. Es posible modificar el diseño en las primeras etapas para reducir la capacidad, tamaño y complejidad de los servicios del edificio, lo cual puede reducir los costes de los servicios sin tener que eliminar prestaciones del diseño.

La construcción de edificios de baja energía comienza por el lado de la demanda, diseñando una envol-

	Calefacción	Refrigeración	Iluminación	Ventilación
Paso 1	Conservación	Evitar el calor	Luz natural	Ventilación natural
Diseño básico	1 Relación entre superficie y volumen 2 Aislamiento 3 Infiltración	1 Sombras 2 Colores exteriores 3 Aislamiento	1 Marcos de ventanas 2 Acristalamiento 3 Acabados interiores	1 Forma del edificio 2 Ventanas y huecos 3 Chimeneas
Paso 2	Solar pasiva	Refrigeración pasiva	Luz natural	Ventilación natural
Diseño climático	1 Ganancia directa 2 Acumulación térmica 3 Espacios al sol	1 Refrigeración por evaporación 2 Refrigeración convectiva 3 Refrigeración radiante	1 Claraboyas 2 Lucernarios 3 Huecos de luz	1 Un sólo lado 2 Ventilación cruzada o por chimenea 3 Distribución del aire 4 Estrategia de control
Paso 3	Sistema de calefacción	Sistema de refrigeración	Luz eléctrica	Ventilación mecánica
Diseño de los Sistemas Mecánicos	1 Radiadores 2 Suelo radiante 3 Sistema de aire caliente	1 Máquina de refrigeración 2 Techos fríos 3 Sistema de aire frío	1 Lámparas 2 Apliques/ptos de luz 3 Ubicación de apliques	1 Suministro mecánico 2 Salida mecánica 3 Principio de mezcla o desplazamiento



Soluciones básicas para una casa pasiva. Las soluciones dependerán del clima. Hay que prestar especial atención al confort térmico en verano y a una distribución adecuada del calor en invierno.

vente que evite una pérdida innecesaria de energía. Los parámetros clave son el aislamiento térmico y la estanqueidad del edificio. Únicamente tras diseñar correctamente la envolvente se puede pensar en los niveles superiores del triángulo. ¡No tiene sentido estudiar la eficiencia de un sistema de calefacción central en un edificio con energía neta cero!

Esta estrategia de diseño integrado sigue tres pasos:

1. Reducir la demanda de energía

Optimice la forma y distribución del edificio; utilice construcciones con envolvente bien aislada y estanca; asegúrese de que haya pocas caídas de presión en los pasos del aire de ventilación; utilice electrodomésticos eficientes para reducir la carga calorífica, etc. Utilice elementos constructivos adecuados, si es necesario incluyendo fachadas adelantadas con orientación idónea de las térmica, redistribución del calor dentro del edificio, aislamiento dinámico, etc. Utilice luz eléctrica eficiente energéticamente. Instale un control inteligente de los sistemas (temporizadores), incluyendo el control de demanda de calefacción (termostatos...), ventilación, iluminación y otros equipos.

2. Utilizar fuentes de energía renovable

Facilite el uso óptimo de la calefacción solar pasiva, luz natural, ventilación natural, enfriamiento nocturno, etc. Utilice captadores solares, células foto-

voltaicas, energía geotérmica, almacenamiento de aguas subterráneas, biomasa, etc. Optimice el uso de energías renovables aplicando sistemas de bajo consumo de energía.

3. Uso eficiente de combustibles fósiles

Si se necesita alguna energía auxiliar, use de manera eficiente los combustibles fósiles que menos contaminen, como bombas de calor, calderas de gas de alta eficiencia, ventanas, uso de la luz natural, uso adecuado de la inercia, unidades de cogeneración (combinan calor y electricidad funcionando con gas (CHP)), etc. Utilice una recuperación eficiente del aire de ventilación durante la temporada de calefacción.

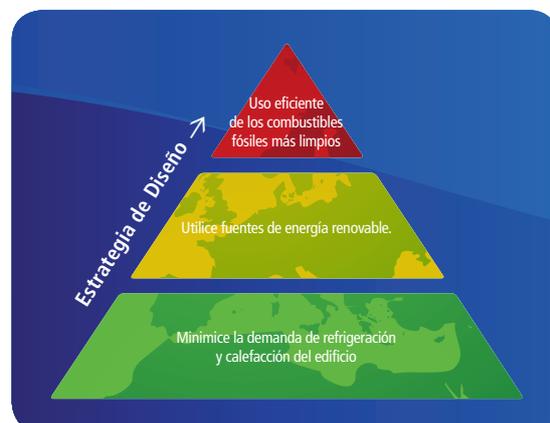


Ilustración de la Estrategia de Diseño de Energía y Medioambiente y las correspondientes Tecnologías aplicadas. (Heiselberg et al. 2006)

4.2 La envolvente del edificio

Se han fijado unos estrictos requisitos de prestaciones de las características de la envolvente del edificio para limitar la demanda de energía en la fase de diseño. El proyectista deberá estar seguro de las prestaciones de la envolvente del edificio, por lo que es precisa la coherencia entre los diseños estructurales, estéticos y de instalaciones. Es necesario hacer un cálculo exacto de las demandas punta de cada habitación. Los sistemas de calefacción y ventilación sobre-dimensionados hacen que su control sea más difícil, consuman más energía y sean una inversión innecesaria y una carga para el edificio.

• Aislamiento térmico

El aislamiento térmico de las paredes, suelos y techos/cubiertas es un elemento clave del diseño de baja energía. Ayuda a minimizar los cambios de tempe-



Demanda de energía para calefacción <small>De una vivienda unifamiliar convencional</small>	225-200 kWh/(m ² .a)	175-150 kWh/(m ² .a)	125-100 kWh/(m ² .a)	125-100 kWh/(m ² .a)
Edificio estándar	Media actual	WschVO 1995 ¹⁾	Casa de baja energía	Casa pasiva
	Aislamiento térmico totalmente insuficiente. Cuestionable estructuralmente, el coste de la calefacción ya no es rentable (típico de edificios rurales, edificios antiguos no reformados)	Aislamiento térmico insuficiente. La rehabilitación térmica es claramente rentable (típico de edificios residenciales construidos en los años 50 a 70 del siglo pasado)	Casa de baja energía	Casas de muy baja energía (las casas pasivas tienen que cumplir este parámetro como parte del perfil de requisitos)
Elementos de edificio	Valores típicos de U y espesores del aislante			
Paredes exteriores (pared maciza de 25 cm) Espesor del aislante	1.30 W/(m ² K) 0 cm.	0.40 W/(m ² K) 6 cm.	0.20 W/(m ² K) 16 cm.	0.13 W/(m ² K) 30 cm.
Cubierta Espesor del aislante	1.90 W/(m ² K) 4 cm.	0.22 W/(m ² K) 22 cm.	0.15 W/(m ² K) 30 cm.	0.10 W/(m ² K) 40 cm.
Soleras Espesor del aislante	1.00 W/(m ² K) 0 cm.	0.40 W/(m ² K) 6 cm.	0.25 W/(m ² K) 10 cm.	0.15 W/(m ² K) 26 cm.
Ventanas	5.10 W/(m ² K) Acristalamiento sencillo	2.80 W/(m ² K) Doble acristalamiento, vidrio aislante (relleno de aire)	1.10 W/(m ² K) Doble acristalamiento, vidrio aislante térmico	0.80 W/(m ² K) Triple acristalamiento, vidrio aislante térmico, marco especial
Ventilación	Juntas permeables	Abra las ventanas	Unidad de salida de aire	Ventilación confortable con recuperación de calor
emisión de CO ₂ (m ² .a)	60 kg	30 kg	10 kg	1,5 kg
Consumo de energía en litros de gasóleo de calefacción por m ² de espaciohabitante y año	30-25 litros	15-10 litros	5-4 litros	0,75 litros

¹⁾ WschVO 1995 = Wärmeschutz Verordnung 1995; Norma Alemana de Construcción

Típica demanda de energía para calefacción.



ratura, haciendo que la vivienda sea más cálida, más seca y más eficiente energéticamente. En general, el objetivo debería ser conseguir un nivel tan elevado de aislamiento como sea rentable. Los beneficios superarán a la larga el coste añadido inicial. Los requisitos de la normativa sobre construcción deberán entenderse como mínimos. Si no se instala el aislamiento máximo durante la etapa de construcción, será difícil, y a veces prácticamente imposible, aumentarlo cuando esté terminado.

La capacidad de un material para resistir el flujo de calor se mide según el valor de U: la transmitancia (o su recíproco: el valor R). Mientras menor sea el valor de U, mejor será el aislamiento del elemento. El valor de U del elemento constructivo deriva de los valores de cada capa individual. Un edificio de bajo consumo de energía requiere pocas pérdidas de calor y, por tanto, un valor bajo de U. Para la mayoría de los productos aislantes, los valores son facilitados para un determinado espesor y densidad del material. Es importante instalar el aislante con cuidado, sin huecos. La instalación es menos crítica en grandes espesores si se aplica en dos capas sin juntas superpuestas.

• **“Construya estanco y ventile bien”**

La eficiencia energética no puede tomarse como excusa para reducir el régimen de ventilación. Un edificio estanco necesita un sistema de ventilación bien

diseñado y dimensionado para tener una buena calidad del aire interior. Una ventilación continua y el aporte de aire exterior garantizan que todas las posibles sustancias o gases, como el CO₂ salgan al exterior. Cualquier buen sistema de ventilación garantiza una buena calidad del aire interior. Los requisitos de las normas de edificación sobre ventilación deberán tomarse como el mínimo aceptable. Con el equipo adecuado y un cuidadoso diseño de los conductos, se puede mantener el ruido causado por el sistema de ventilación a niveles que no son molestos.

Una buena estanqueidad en un edificio de baja energía significa que las pérdidas de calor a través de la difusión del aire son pequeñas. Hay que evitar las pérdidas incontroladas de aire porque:

- La efectividad del aislamiento se ve afectada: el valor de U es peor que el calculado.
- Pueden producirse condensaciones intersticiales. Una ventilación descontrolada lleva la humedad del aire interior dentro de la solución constructiva. La condensación debida a la convección es 100 veces superior que la debida a la difusión de vapor.
- Las pérdidas de aire causan corrientes que reducen el confort interior.
- Un sistema de ventilación controlado con recuperación del calor necesita una buena estanqueidad al aire para que los flujos de ventilación sean controlables.

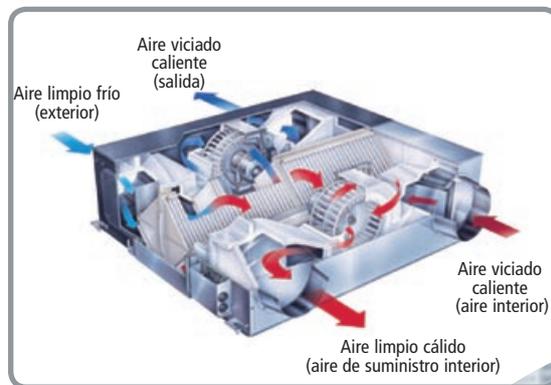
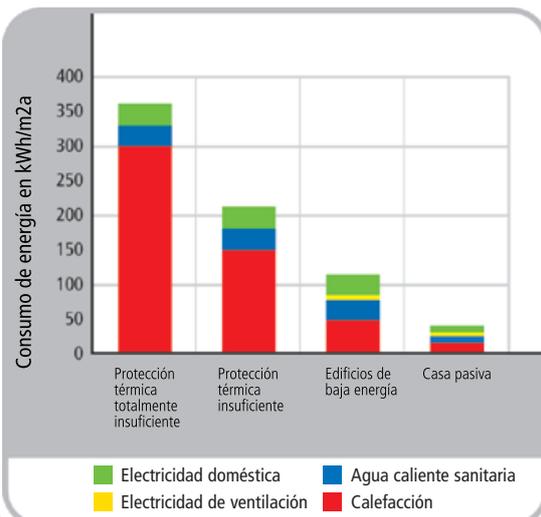


Fig. Principio de funcionamiento de la recuperación del calor en un sistema de ventilación. [ref 12]



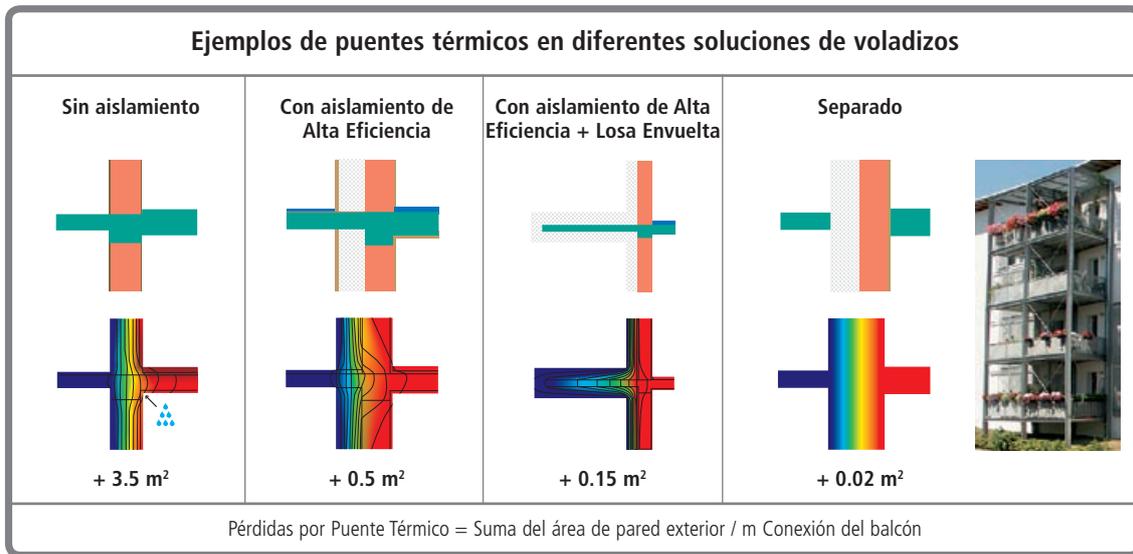
Para alcanzar ese alto nivel de estanqueidad, hay que crear una barrera al aire que tiene que ser continua en toda la envolvente del edificio. La instalación de los conductos de ventilación deberá estar dentro de la barrera, únicamente los conductos de aire limpio y de salida del aire interior deberían atravesarla. Los pasos para todas las instalaciones como calefacción, ventilación, aire acondicionado, instalaciones sanitarias, electricidad, agua, gas, etc. deberán sellarse utilizando bridas u otros métodos seguros de sujeción y además ejecutarse por parte de mano de obra cualificada.

Crear una barrera al aire para satisfacer una permeabilidad exigida de un máximo de $3 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ s Pa}$, incluyendo todas las juntas, necesita un elevado nivel de precisión y utilizar los materiales adecuados. Los materiales que se pueden utilizar como barrera al aire son, por ejemplo:

- La fibra de madera, yeso u otras planchas con juntas selladas sobre estructura auxiliar.
- Sistema de aislamiento exterior con revestimiento de acabado.
- Aislante de espuma rígida, como aislante de EPS con juntas selladas.
- Elementos de hormigón con juntas selladas, o paredes interiores de ladrillo desnudo con yeso, sin cámara de aire entre el aislante y la pared de ladrillo.
- Barrera para el vapor de película plástica, o papel encerado.

Cada vez más edificios confirman la calidad del trabajo sobre estanqueidad mediante una prueba de presión (Prueba de Puerta de Ventilación) en una etapa de la construcción en la que los fallos encontrados sean todavía fáciles de reparar [ref 13].





[ref 14]

• Puentes térmicos y otros detalles

Algunas personas creen que el aislante puede ocasionar problemas de humedad. En realidad, es justo lo contrario: los edificios bien aislados impiden las humedades y los problemas causados por el moho. El correcto diseño y ejecución de los detalles constructivos son primordiales para evitar puentes térmicos, los cuales conllevarían pérdida de energía y condensación sobre las superficies frías. Un puente térmico suele ser un elemento constructivo que penetra en el aislante con una conductividad térmica sensiblemente superior. Los encuentros de la ventana o la puerta con la pared, la pared con el suelo, y la pared con la cubierta, suelen incluir puentes térmicos y esos detalles deberían ser diseñados y ejecutados cuidadosamente. Un puente térmico aumenta la pérdida de calor a través de la estructura y, en algunos casos extremos, eso puede ocasionar condensación superficial o condensación intersticial en la propia estructura. Las superficies frías, humedecidas por la condensación, ofrecen las condiciones perfectas para el crecimiento de hongos, especialmente cuando están presentes nutrientes como el papel encolado de la pared. Es vital minimizar el número de puentes térmicos para el funcionamiento del edificio. El efecto relativo de un puente térmico aumenta cuando el nivel de aislamiento es mayor, pero con espesores de aislamiento altos es más fácil diseñar construcciones optimizadas evitando los puentes térmicos.

• Tecnología del acristalamiento y los marcos

Las ventanas y las puertas son necesarias para la movilidad en el edificio y permitir que entre la luz. La tecnología de las ventanas y del acristalamiento han mejorado mucho: Los recubrimientos de espectro selectivo de los cristales están diseñados para admitir o excluir porciones definidas del espectro visible o infrarrojo; los espacios entre las múltiples capas de cristal están rellenos con gases especiales. Sin embargo, estos elementos siguen siendo la parte más débil de la envolvente. Hay que tener especial cuidado en la ejecución de los detalles constructivos, sellando por ambos lados los encuentros para hacer una conexión estanca entre las ventanas y el resto del cerramiento.



4.3 Orientación del edificio y luz natural

El uso de la energía solar reduce la necesidad de energía para calefacción. La orientación de un edificio al sur contribuye a la inercia térmica debido al efecto del calor provocado por la luz solar directa, por ejemplo sobre un suelo de hormigón adyacente a una ventana. Los requisitos de diseño para la luz natural deberán equilibrarse con los requisitos para calefacción y refrigeración pasivas, las vistas y la privacidad. La luz natural debe integrarse también con el diseño de la iluminación artificial para conseguir los niveles de iluminación adecuados con la flexibilidad de su uso. La luz natural deberá utilizarse lo más posible para iluminar la casa, por eficiencia energética y para la salud y confort de los ocupantes. Sin embargo, la luz directa del sol es una fuente extremadamente fuerte de luz y calor, por lo que deberá ser controlada para evitar la incomodidad visual, sobrecalentamiento de superficies, reflejos y deterioro de alfombras, tejidos y equipos.

Algunos métodos prácticos para moderar o controlar la luz solar directa y el aumento de la temperatura incluyen:

- Refrigeración nocturna y aumento de la ventilación.
- Planificación correcta de la ubicación de las ventanas, su tamaño y orientación para compensar las ganancias/ pérdidas de calor, facilitar una buena vista y permitir la utilización de la inercia térmica.
- Colocación de elementos de sombra, especialmente en el verano, como lamas orientables o persianas.
- Especificación de cristales de control solar: recubiertos, coloreados, oscuros o sombreados.
- Se puede utilizar el propio terreno (geotermia), conductos de aire o sistemas de enfriamiento por agua para la refrigeración. (También se pueden aprovechar para pre-calentar el aire en invierno).

4.4 Fuentes de energía sostenibles

• Fotovoltaica y eólica

Si se reduce el uso de energía al mínimo absoluto, el resto de energía necesaria se puede generar mediante recursos renovables. El tiempo de amortización de estos sistemas puede ser bastante largo, pero las subvenciones pueden hacer de ellas una opción atractiva.

• Captadores solares térmicos

La energía necesaria para el agua caliente sanitaria puede producirse mediante captadores solares o mediante bombas de calor aire-agua. La demanda de energía para la bomba de circulación es de 40 a 90

vatio por litro. La bomba de calor se puede utilizar también para refrigeración energéticamente eficiente en verano. Los lavavajillas y lavadoras deberían estar conectados al agua caliente para ahorrar la energía necesaria para su calentamiento.

4.5 Electrodomésticos

Los electrodomésticos que ahorren energía, como neveras, hornos, congeladores, lámparas, lavadoras, etc. de clasificación A, son otra parte importante del concepto de edificio de baja energía. Evidentemente, se trata de algo de lo que deben encargarse los propios ocupantes del edificio.

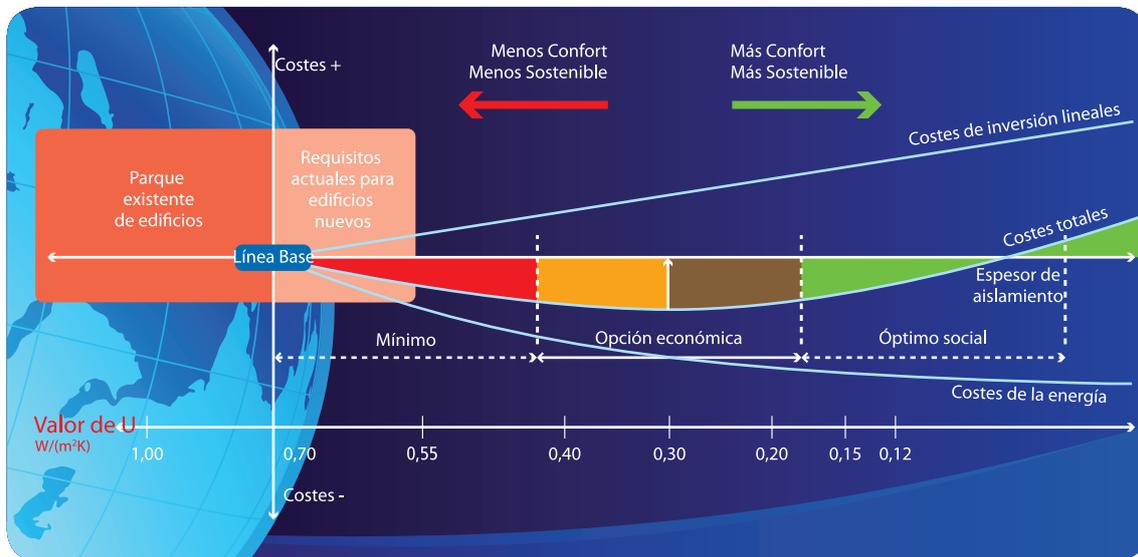
4.6 Otras medidas

• Calefacción

La capacidad de un sistema de calefacción en un edificio de baja energía es normalmente baja, porque las pérdidas de calor están limitadas. Para un edificio de energía neta cero, ya no se necesita un sistema de calefacción y se puede por tanto ahorrar esa inversión. Se introduce en el edificio energía adicional a través del aire de ventilación. En caso de necesitar un sistema de calefacción adicional, la manera más confortable y eficiente de calentar las habitaciones es mediante calefacción de baja temperatura por suelo o pared radiante. La eficiencia energética global se puede aumentar también aplicando instalaciones de cogeneración CHP (Calor y electricidad combinados; Combined Heat and Power), cuando se genera calor, se genera también electricidad. La energía sobrante es devuelta a la red eléctrica pública. Las ayudas a la electricidad incorporada a la red en algunos países pueden hacer que esta sea una opción interesante.



5 El papel del EPS en edificios de alta eficiencia energética



Análisis del valor óptimo del aislamiento.

5.1 Valor óptimo del aislamiento

Ecofys estudió el valor del coste óptimo del aislamiento [ref 9]. En este estudio concluyeron que hay un espesor idóneo para el propietario de un edificio, definido por una curva costes-beneficios derivada de restar los costes de la inversión en aislamiento de los ahorros en costes energéticos.

En la evaluación no se incluyeron los ahorros complementarios como la necesidad de calderas más pequeñas o la menor necesidad de aire acondicionado debido a las mejores prestaciones del aislamiento. Además, tampoco se valoraron los efectos beneficiosos en la mitigación del cambio climático ni otros beneficios sociales.

- La zona donde el ahorro de costes totales está al máximo se sitúa alrededor de un valor de U de 0,3 $W/(m^2K)$. Cualquier valor de U a la derecha o a la izquierda significa que el propietario de un edificio ganaría menos dinero a lo largo de la vida útil de la inversión.
- Por otro lado, si comparamos el aislante con otras opciones de reducción de CO₂ sería más apropiado intentar conseguir un nivel que fuese,

como mínimo, de coste equilibrado, quizás acompañado por incentivos del gobierno.

- El aislante sigue siendo la solución casi óptima. La reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero con esos niveles más elevados de aislamiento, siguen siendo rentables, aunque con unos costes individuales inferiores al óptimo. Las opciones de reducción del CO₂ necesarias para conseguir la reducción necesaria de las emisiones para limitar el calentamiento global a menos de 2°C costarían hasta, por lo menos, 40/ tonelada de CO₂ [ref 15].

La rentabilidad real depende de la ubicación y de factores tales como el coste de la energía; los grados y horas de calefacción y los diferentes costes de los materiales de construcción, mano de obra y el aislamiento. La mayoría de los requisitos para nuevas construcciones en Europa se encuentran a la izquierda de la “Zona de Mejores Prácticas” y no están por tanto optimizados para los niveles de aislamiento. Los requisitos para las viviendas existentes tienen la zona de mejores prácticas incluso superiores. Desde una perspectiva tanto de la energía como del equilibrio de costes, es lógico mejorar el aislamien-

to térmico de los edificios. Mejorar los niveles de aislamiento conllevará grandes beneficios económicos y sociales.

Un argumento frecuente contra el aumento del espesor del aislante es el aparente alto coste energético de la fabricación de este material. Se piensa que el ahorro energético del aislante adicional es inferior a la energía utilizada para fabricar ese material extra. Un estudio de la Gesellschaft für umfassende Analysen GmbH (GUA, ref. 16) analizó el ahorro de energía de placas de aislantes plásticos aplicadas sobre los muros exteriores en Europa. El estudio destaca que el ahorro de energía acumulado por el uso de aislante, a lo largo de la vida de un edificio, es 150 veces mayor que la energía necesaria para fabricar este aislante.

Desde la perspectiva tanto de la energía como del equilibrio de costes, es razonable aumentar el aislamiento térmico de los edificios.

5.2 Propiedades clave del aislante de EPS

• Poco peso

El EPS es en realidad 98% de aire capturado dentro del 2% de una matriz celular, lo que lo hace muy ligero. Trabajar con densidades de entre 10 y 35kg/m² permite trabajos de construcción ligeros y seguros, haciendo además que el material sea fácil de transportar. El bajo peso ahorra además combustible en el transporte y lo hace fácil de manejar en la obra, gran ventaja dado que el transporte vertical de productos pesados en la construcción está en el punto de mira de los controles de salud y seguridad. Las placas aislantes de EPS se pueden instalar rápidamente y en cualquier condición climatológica, puesto que no se ven afectadas por la humedad. La excepcional relación entre el bajo peso y las prestaciones aislantes del EPS es una importante ventaja en edificios de baja energía, donde se necesitan capas más gruesas de aislante. También hay que tener en cuenta las cargas estructurales, pues tienen un fuerte impacto sobre la construcción. Por ejemplo, en las cubiertas planas ligeras de los edificios industriales, que tiene como soporte chapas metálicas perfiladas, para un mismo valor de U de 0,2 W/(m²K), el constructor deberá tener muy en cuenta la diferencia de peso de casi 40 kg/m² entre EPS, con mejores propiedades a carga dinámica, y posibles materiales aislantes alternativos. En otras aplicaciones, como el aislamiento de fachadas, el bajo peso del EPS puede evitar problemas asociados con una capacidad insuficiente de las sujeciones mecánicas.

El EPS es un sustituto excelente para materiales de

relleno, pues reduce los tiempos de carga y relleno en proyectos de construcción en los que el tiempo es importante.

Para aplicaciones de ingeniería civil, el tiempo de compactación y los costes de mantenimiento causados por el asentamiento continuado del suelo son un factor decisivo. Cada vez en más aplicaciones, la combinación del bajo peso y una resistencia considerable y duradera a la compresión, hacen que se utilice EPS en aplicaciones que necesitan resistencia a carga.

• Resistencia, estabilidad estructural y transitabilidad

A pesar de su bajo peso, la singular estructura del EPS aporta los beneficios de una resistencia excepcional a la compresión sin que el material pierda prestaciones con la humedad. Eso significa que es ideal para su uso en muchas aplicaciones de construcción y de obra civil, en especial como relleno de base estructural, por ejemplo, en infraestructuras de carreteras, ferrocarriles y puentes. Y lo más importante, la estabilidad del EPS puesto que no se deteriora con la edad. Las pruebas de resistencia realizadas sobre EPS, después de casi 30 años enterrado, mostraron que habitualmente superaba la resistencia mínima de diseño original de 100kPa. Cimientos de puentes con EPS, sometidos durante muchos años a cargas continuas, mostraban deformaciones por fluencia de menos del 1,3%: sólo la mitad de lo que estaba teóricamente previsto. Y lo más importante, la estabilidad del EPS no se deteriora con el transcurso del tiempo.

El EPS tiene propiedades mecánicas excelentes, por lo que es una buena elección para las cargas cíclicas que soporta aislante en cubiertas (transitables), suelos bajo pavimento, construcción de carreteras y, en general, en cualquier aplicación que soporte cargas. Gracias a la versatilidad en su proceso de producción, las propiedades mecánicas del EPS se pueden ajustar para adecuarse a cada aplicación específica.

• Economía

El EPS es un material bien consolidado en la industria de la construcción y ofrece una solución económica y demostrada que ayuda a los especificadores a mantener los costes de la construcción dentro de lo presupuestado. El EPS es uno de los materiales aislantes más económicos gracias a su buena relación prestaciones/precio. Esto, unido a la seguridad en el manejo, la facilidad para ser cortado al tamaño requerido, su bajo peso, sus propiedades a largo plazo y el hecho de que no se vea afectado por la humedad, hacen que el EPS ofrezca la mejor relación precio/prestaciones entre todos los materiales aislantes, ahorrando en materiales y en mano de obra.

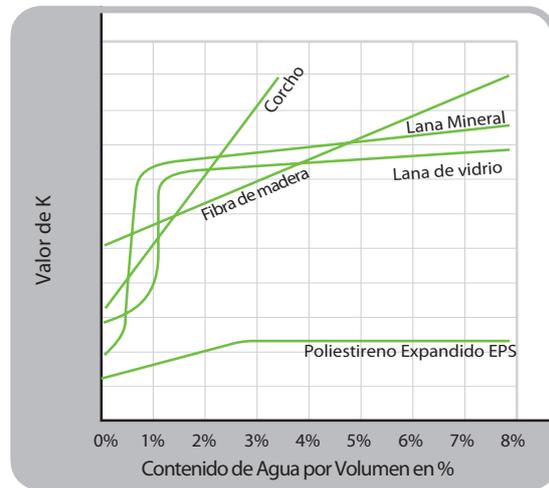
Como material aislante, el EPS evita las pérdidas de

energía y ayuda a disminuir costes reduciendo las facturas de energía, ayudando a conservar las reservas de combustibles fósiles y a reducir las emisiones de dióxido de carbono que afectan al calentamiento global.

• Resistencia a la humedad

El EPS no absorbe humedad y sus propiedades mecánicas y aislantes no se degradan con el agua, el vapor o la humedad. La condensación del vapor de agua es una importante amenaza para la envolvente de un edificio. En los climas fríos, la humedad del aire caliente del interior puede difundirse a través de los muros exteriores y los forjados y condensarse al enfriarse. En los climas cálidos ocurre lo contrario, la humedad del aire caliente del exterior entra en la construcción y se encuentra con zonas más frías donde se condensa como agua líquida. Es la razón principal por la que muchos edificios, tanto en climas cálidos como en fríos, tienen problemas de moho y hongos, especialmente en los ambientes cálidos tras modificarlos instalando aire acondicionado.

El EPS es uno de los productos más resistentes a los efectos adversos de la humedad de entre todos los materiales utilizados para aplicaciones de aislamiento. La humedad que se introduzca durante la instalación o por filtraciones accidentales tendrá una influencia menor en las prestaciones térmicas del EPS. Eso significa durabilidad para toda su vida en uso. A pesar de todo, es importante planificar cuidadosamente la construcción, incluyendo barreras anti-vapor donde sea necesario, para evitar condensaciones que podrían crearse dentro de cualquier material aislante bajo condiciones críticas de flujo de vapor.



“El efecto de la humedad sobre los materiales aislantes”, datos técnicos de ASHRAE y del Instituto Internacional de Refrigeración. [ref 17]

Tras casi 30 años enterradas, muestras de EPS recuperadas de ubicaciones situadas a tan solo 200 mm por encima del nivel de la capa freática presentan un contenido de agua inferior al 1% en volumen, mientras que bloques periódicamente sumergidos por completo muestran menos del 4% de contenido de agua – prestaciones notablemente superiores a las de otros materiales plásticos en espuma. El EPS se utiliza en plataformas flotantes como base de edificios sobre ríos y no le afecta el agua salada si se utiliza en pantalanes marinos.

Dado que hay presiones políticas para identificar nuevas zonas de construcción de viviendas en Europa, cada vez más suelo situado en zonas potencialmente inundables se recalifica para su desarrollo. La rehabilitación de edificios dañados por las inundaciones es un procedimiento más rápido, más práctico y más barato si las estructuras de los edificios disponen de material aislante que no absorbe el agua.

Un factor importante de la calidad del aire en el interior es la prevención de bacterias en el aire (moho y demás hongos) mediante el diseño de una envol-



vente del edificio que evite la entrada de humedad. En los EEUU, la Asociación de Moldeadores de EPS (EPSMA) patrocinó un programa de pruebas centrado en el EPS y la resistencia al moho en Enero de 2004. EPSMA contrató a la SGS U.S. Testing Company para los ensayos sobre el EPS utilizando ASTM C1338, “Método Estándar para Determinar la Resistencia a los Hongos de Materiales Aislantes y de Recubrimiento.” Se evaluaron muestras de prueba representando un producto típico para la mayoría de las aplicaciones en edificios y construcción. La prueba expuso al EPS a cinco hongos específicos para comprobar su crecimiento. Los resultados muestran que en un laboratorio, bajo condiciones idóneas, los hongos no crecen. Aunque el EPS no es impermeable, tiene un alto grado de resistencia a la absorción de humedad lo que controla la infiltración de humedad y aire, que ayuda evitar el desarrollo del moho.

• Manipulación/Manejo e instalación

El EPS es un material rígido y ligero sin ser quebradizo. Su manipulación e instalación son prácticas y seguras. La posibilidad de fabricación por moldeo permite la producción en fábrica de formas complejas para cubrir los requisitos más exigentes de diseño en arquitectura. El sistema de producción permite el suministro de productos con la densidad, propiedades mecánicas y propiedades de aislamiento especificadas, así como sus dimensiones y formas, lo cual minimiza los desechos en la obra. La personalización in-situ es posible sin necesidad de herramientas especiales de corte. Se puede recortar en obra el tamaño adecuado utilizando herramientas sencillas como un cuchillo o una sierra de mano. La manipulación del material no representa ningún peligro para la salud durante el transporte, instalación, utilización o retirada, pues no desprende fibras ni otras sustancias. El EPS puede manejarse y procesarse cómodamente, sin causar irritaciones, eccemas ni inflamaciones de la piel, los pulmones o los ojos. Eso significa que no son necesarias máscaras para respirar, gafas ni prendas de vestir o guantes protectores para trabajar con EPS.

El cemento, la cal, el yeso, la anhidrita o el mortero modificado por dispersiones de plásticas no afectan al EPS, por lo que puede ser utilizado sin problemas junto con todos los tipos convencionales de morteros, yeso y hormigón que se puedan encontrar habitualmente en la construcción de edificios. Todo ello hace que su uso sea completamente seguro y práctico en cualquier aplicación de la construcción, incluyendo los entornos subterráneos y marinos.

• Prestaciones frente al fuego

La espuma de EPS tiene en común con la mayoría de los materiales orgánicos de la construcción que es

combustible. Al arder, el EPS se comporta como los demás hidrocarburos y desprende principalmente productos de combustión de dióxido de carbono y agua. A temperaturas por encima de los 100° C, el EPS empieza a reblandecerse, a contraerse y finalmente se funde. A temperaturas más elevadas, se forman productos gaseosos de la combustión por la descomposición del fundido. Los gases combustibles se forman con temperaturas por encima de los 350°C. El EPS se fabrica en la mayoría de los productos para aislamiento de edificios en una versión ‘autoextinguible’ (SE) que incluye un retardador de llama. Las propiedades inherentes del comportamiento durante el fuego dependen de si el EPS contiene un aditivo retardador o no. La presencia de aditivos retardadores de la llama confiere un mejor comportamiento ante el fuego. Los productos llamados autoextinguibles son más difíciles de entrar en ignición y reducen de manera considerable el avance de las llamas durante un incendio, dando así a los bomberos más tiempo para evacuar los edificios en llamas. Los aditivos hacen que la llama se extinga, por lo que cuando se elimina la fuente de ignición, el EPS no sigue ardiendo. El EPS autoextinguible ya fundido no se enciende por chispas de soldadura, colillas de cigarrillos o pequeños elementos ardiendo. En presencia de grandes fuentes de ignición, de incendios causados por otros materiales, el EPS-SE finalmente arderá. En esos casos el edificio suele estar más allá del punto de rescate.

El aislante plástico solía asociarse a un mayor riesgo de incendio. Eso provenía de los incendios en las grandes naves para la agricultura, donde se utilizaban aislantes sin retardante de llama y sin protección. En la práctica, el comportamiento ante la llama del EPS depende de las condiciones de uso. La industria recomienda que el EPS se utilice con un material de recubrimiento o detrás de ladrillo, hormigón, yeso, etc.

Los productos aislantes plásticos, como el EPS, tienen un pequeño riesgo de ignición muy pequeño y una probabilidad aún menor de propagar el fuego si contienen aditivos retardadores de la llama. Pero la mejor manera de evitar la propagación del fuego es proteger adecuadamente el aislante de cualquier fuente de ignición. Ningún material aislante debería utilizarse sin cubrir, no sólo por los resultados ante el fuego, sino también por las propiedades mecánicas y de aislamiento a largo plazo.

Dispone de más información sobre este tema en el folleto de EUMEPS y ANAPE de título “Construcción segura contra incendios con EPS”.

• Reciclado

El EPS es ya uno de los plásticos más reciclados. Se recoge a través de una red de puntos de recogida, en caso de ser residuo industrial o comercial y en los puntos limpios o el contenedor amarillo en caso de residuo doméstico. A diferencia de otros materiales aislantes, el poliestireno se recicla muy fácilmente. Los fabricantes de EPS no sólo reciclan los restos de la fabricación haciendo planchas de nuevo, sino que se recogen también los restos de los embalajes de los consumidores y se incorporan a la producción para optimizar los costes y reducir el uso de materia prima. Estos son los llamados Centros ECO EPS.



El EPS incorporado en los edificios tiene una vida útil muy larga, puesto que ni se degrada ni se deteriora. Por este motivo la cantidad de residuos de EPS proveniente de materiales aislantes de edificación no es elevada; al finalizar su vida útil, puede reciclarse de varias maneras.

• Calidad del aire en el interior

Estadísticamente, los europeos pasan el 90% de su tiempo en el interior de los edificios, por lo que la calidad del aire en el interior (IAQ) de un edificio tiene un impacto significativo sobre la salud y la productividad de los ocupantes. El confort de los ocupantes, tanto térmico como acústico, es un componente esencial del IAQ. El aislante de EPS ayuda a mantener una temperatura del aire estable, aportando confort térmico, y puede actuar también como aislante acústico, evitando su transmisión a través de las paredes, tanto interiores como exteriores.

El EPS se fabrica con pentano, que actúa como agente expandente en el proceso de fabricación. Esta sustancia no es dañina para la capa estratosférica de ozono y se dispersa durante, o inmediatamente después del proceso de fabricación. Este agente expandente es sustituido rápidamente por aire durante la transformación del EPS, de modo que el aislante terminado no emite ninguna cantidad significativa de pentano, ni de otras sustancias que pudieran afectar a la calidad del aire interior [ref 18, 19]

Las directrices de la Salud en el Hogar de la Asociación de Neumología Americana (ALA, American Lung Association's Health House se encuentran entre las más estrictas del mundo en cuanto a calidad del aire interior. Reconocen al EPS como un material seguro para aislar paredes, cimentación y suelos. Otras viviendas evaluadas por ALA han incluido encofrados aislantes de hormigón (ICFs) para cumplir sus exigentes requisitos. Aunque los representantes de ALA no promueven materiales o productos específicos, mencionan que las paredes aisladas con EPS no emiten fibras dañinas para los pulmones.

Como se ha explicado anteriormente, el hecho de que el EPS no tenga valor nutritivo alguno y por tanto no constituya un soporte para el crecimiento de mohos u hongos significa también mayor calidad del aire interior.

• Calidad certificada del aislante

El aislante de EPS tiene una amplia reputación de calidad y se fabrica bajo etiqueta CE de acuerdo con las normas CEN obligatorias en la UE, como la EN 13163. En muchos países, se utilizan además etiquetas de calidad adicionales optativas, especialmente para tener testimonios independientes de su adecuación para el uso del producto en la aplicación de que se trate. Es la garantía para el constructor y el propietario de la vivienda de que el aislante de EPS cumple, por lo menos, con todos los requisitos legales. ANAPE puede facilitarle más información sobre las marcas nacionales de calidad ².

Realizar Construcciones Energéticamente Eficientes con EPS



² www.eumeps.org dispone de una lista de todas las Asociaciones Nacionales para el EPS. En España: www.anape.es

5.3 Realizar construcciones energéticamente eficientes con EPS

• Aislamiento de cubiertas inclinadas y techos

Un edificio con una cubierta inclinada sin aislar pierde alrededor del 42% de la energía calorífica a través de ésta. Se puede utilizar aislante de EPS en la mayoría de las construcciones con modalidad de cubierta. La ubicación de las planchas aislantes de EPS puede estar por encima o por debajo de la estructura. Para aislar con EPS entre vigas o correas, se han desarrollado piezas especiales para adaptarse a los bordes y a las variaciones de anchura entre vigas. Hay muchas soluciones diferentes con EPS disponibles en el mercado para estas aplicaciones. Otra opción es el aislante en forma de paneles prefabricados, como paneles estructurales aislados ó paneles sándwich. Especialmente en el caso de cubiertas planas o con poca inclinación, la alternativa consiste muchas veces en aplicar aislante en el techo bajo cubierta. En el aislamiento de buhardillas, la resistencia a la compresión del EPS hace posible mantener la accesibilidad de esa zona. Aprovechando las labores de mantenimiento o rehabilitación, como la sustitución de las tejas, se puede añadir aislante adicional encima de la subestructura antes de colocar las nuevas tejas. El impacto sobre los residentes será mínimo, porque el interior de la vivienda no se ve afectado.



Cubierta inclinada	Nueva construcción	Rehabilitación	Valor de U recomendado W/(m².K)	Espesor recomendado (mm)
Planchas aislantes exteriores	✓	✓	5,7 - 8,9	200 - 310
Paneles aislantes exteriores	✓	✓	5,7 - 8,9	200 - 310
Paneles sandwich y Paneles Estructurales Aislados	✓	✓	5,7 - 8,9	200 - 310
Planchas/paneles bajo vigas	✓	✓	5,5	200
Planchas entre vigas	✓	✓	5,5	200
Aislante EPS en interior de techo o buhardilla	✓	✓	6,5 - 7,9	225 - 275

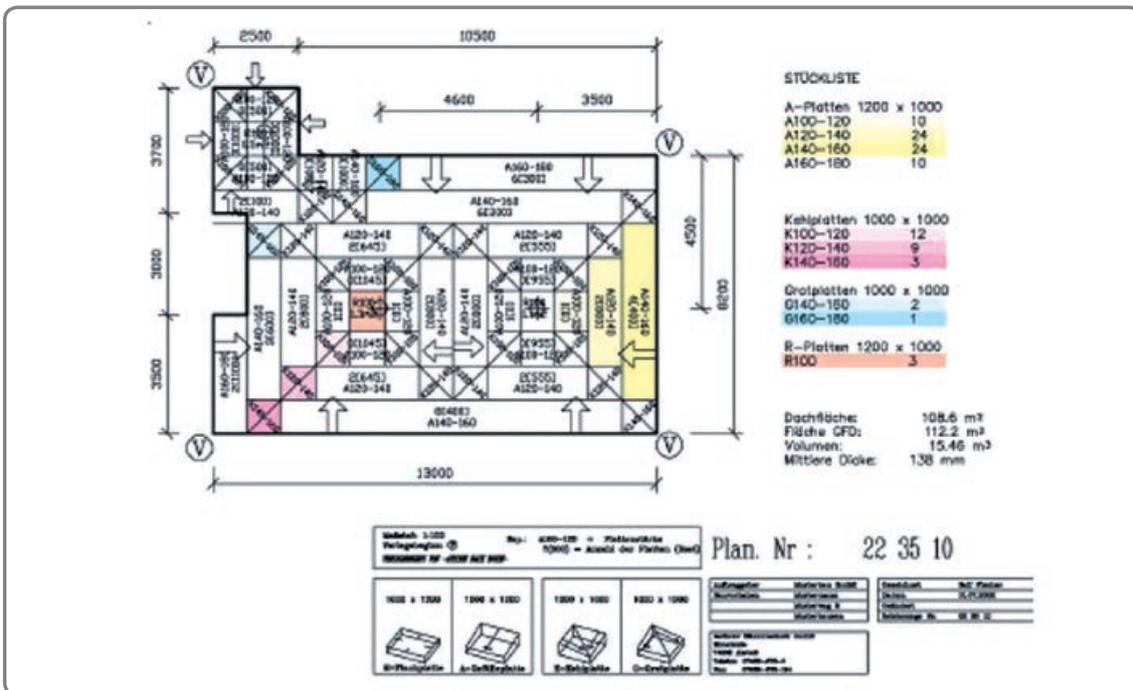
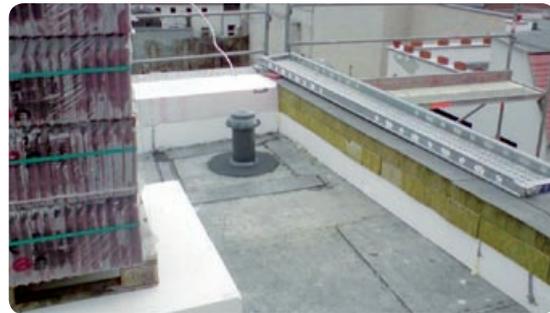
Valores recomendados basados en análisis de Passivhaus Institut. [ref 6]

• **Cubierta plana**

Similar a un edificio con cubierta inclinada, un edificio no aislado con cubierta plana pierde alrededor del 42% de la energía calorífica a través del tejado. Se puede utilizar el aislante de EPS con la mayoría de los formatos de cubierta, ya sea de soporte de madera, metal u hormigón. A menudo se necesita mantenimiento o la rehabilitación debido a filtraciones a través de la membrana de impermeabilización.

El aislante de EPS existente puede quedarse en su sitio, pues no se ve afectado por la humedad y no se pudre ni le sale moho, basta con añadir el aislante adicional para mejorar las prestaciones térmicas.

Se utiliza EPS cortado a medida para el aislamiento térmico de cubiertas planas, nuevas o rehabilitadas. Mediante sistemas CAD, se pueden realizar proyectos de aislamiento con un sistema diseñado a medida para garantizar un buen drenaje del soporte de las cubiertas. Tras dibujar con el CAD y cortarlos, se pueden enviar las planchas identificadas a la obra, acompañadas por un plano de la construcción específica para el instalador.



Plano del despiece específico para el instalador.

Cubierta plana	Nueva construcción	Rehabilitación	Valor de U recomendado (mm)	Espesor recomendado
Planchas aislantes planas exteriores	✓	✓	4,6 - 7,1	160 - 250
Planchas aislantes exteriores cortadas a medida	✓	✓	4,6 - 7,1	160 - 250

Valores recomendados basados en los análisis de Passivhaus Institut. [ref 6]

• **Aislamiento de paredes**

Alrededor del 24% del calor total de una casa no aislada se pierde a través de las paredes. Dependiendo de las prácticas constructivas de la zona, el aislamiento de las paredes puede hacerse en el exterior del so-portal, en el interior, o en la cámara existente entre las dos hojas. Para rehabilitación de viviendas existentes el aislante de las paredes se puede colocar :

- Sujutando paneles aislantes de EPS sobre la pared exterior y aplicando un enfoscado exterior y/o otro tipo de acabado decorativo por encima (sistema ETICS).
- Colocando paneles de EPS por debajo del nivel del suelo (planchas perimetrales) con impermeabilización correspondiente asociada.
- Inyectando bolas de EPS suelto a granel, junto con una mezcla adhesiva, por la parte superior del hueco de la pared o a través de agujeros en la parte superior de una pared exterior y dejando que fluya para rellenar el hueco.
- Pegando planchas aislantes de EPS con acabado integrado de yeso por una cara (sistema Doublage) por la parte interior de la pared.
- Si el EPS aplicado para aislamiento térmico está elastificado (EEPS), mejorarán no sólo las propiedades de aislamiento térmico, sino también las del aislamiento acústico.



En los edificios nuevos se utilizan también otras técnicas para garantizar paredes estructuralmente sólidas y bien aisladas. Por ejemplo:

- Paneles estructurales auto-portantes prefabricados, incluyendo la capa de aislante (SIPS).
- Encofrados Aislantes para Hormigón (ICFs): Se construye un “esqueleto” de EPS con una cavidad entre las paredes interior y exterior, que se rellena con hormigón. Eso permite una construcción rápida y efectiva, en la que el aislante es parte integral de la estructura y garantiza excelentes propiedades aislantes.

Con la libertad de diseño que ofrece el EPS, es incluso posible mantener un aspecto de ladrillo en caso de rehabilitación.

Aislamiento de paredes	Nueva construcción	Rehabilitación	Valor de U recomendado W/(m².K)	Espesor recomendado (mm)
ETICS	✓	✓	5,2 - 7,3	180 - 255
Perímetro	✓	✓	3,0	100
Paneles estructurales (SIPS)	✓	✓	5,2 - 7,3	180 - 255
Doublage	✓	✓	2,9	100
Relleno suelto	✓	✓	-	completamente relleno
ICF's	✓	✓	5,2 - 7,3	180 - 255

Valores recomendados basados en los análisis de Passivhaus Institut. [ref 6]



• **Aislamiento del suelo y cimentación**

Hasta el 20% de las pérdidas caloríficas tienen lugar a través del suelo de los edificios no aislados.

- Debido a la excelente resistencia a la compresión y a la baja absorción de la humedad, una de las aplicaciones más habituales del EPS es el aislamiento del suelo sobre la solera. Otra solución constructiva habitual que utiliza EPS consiste en el aislamiento de los suelos de hormigón, ya sean prefabricados o bien ejecutados en obra como los forjados. En los edificios de bajo consumo de energía, se aísla no solo el suelo sino también los cimientos. En muchos casos se utiliza el EPS como encofrado perdido de hormigón para los cimientos.



Aislamiento del suelo	Nueva construcción	Rehabilitación	Valor U recomendado W/(m².K)	Espesor recomendado (mm)
Aislamiento en el sótano por el lado inferior de la tarima flotante o el suelo de hormigón	✓	✓	3,0	105
Suelos de hormigón prefabricado aislados con EPS	✓	✓	4,0 - 6,5	140 - 230
Suelo aislado con EPS sobre un lecho de arena	✓	✓	4,0 - 6,5	140 - 230
Cimiento portante de carga	✓	✓	4,0 - 6,5	140 - 230
EPS como encofrado perdido de cimentación	✓	✓	3,0	105

Valores recomendados basados en los análisis de Passivhaus Institut [ref 6] y de Builddesk. [ref 20]

REFERENCIAS

- [1] *European Embedding of Passive Houses*, PEP, 2008
- [2] *Compromise on the recast of the EPBD (Energy Performance of Buildings Directive)*, EU commission, November 2009
- [3] *Towards very low energy buildings energy saving and CO₂ emission reduction by changing European building regulations to very low energy standards*, Ole Michael Jensen *et al.*, EuroACE, 2009
- [4] *First Steps: What Can be a Passive House in Your Region with Your Climate?*, Passiv Haus Institut, 2004
- [5] *IPPC Climate Change Synthesis Report*, 2007
- [6] *Wirtschaftlichkeit van Wärmedämm-Massnahmen im Gebäudebestand*, Passivhaus Institut, GDI, 2005
- [7] *Retrofitting houses with insulation to reduce health inequalities*, University of Otago, 2005
- [8] *The Passivhaus standard in European warm climates: design guidelines for comfortable low energy homes. Part 1. A review of comfortable low energy homes. Passive-on*, 2007
- [9] *U-Values for Better Energy Performance of Buildings*, Ecofys, 2007
- [10] *7 measures for two million jobs, report from the commission to the council and EU parliament*, EU commission, October 2009
- [11] *Integrated Building design*, Per Heiselberg, Aalborg University, 2007
- [12] *Mitsubishi airconditioners*, brochure 2009
- [13] *Luftdicht ist Pflicht*, Passivhaus Kompendium, 2007
- [14] *Insulation and thermal bridges*, CESR TREES project presentation, 2005
- [15] *Climate map by Mc Kinsey*, Vattenval, 2007
- [16] *Energy Savings by Plastics Insulation*, GUA, 2006
- [17] *Moisture transport in building materials*, Fraunhofer Institut, 2001
- [18] *Emission von Flammenschutzmitteln*, BAM, 2003
- [19] *Prüfbericht HoE 005/2009/281, Untersuchung der Hartschaumstoff-Dämmplatten, Styropor F15, auf die Emission von fluchtigen organischen Verbindungen*, Fraunhofer, 2009.
- [20] *Passiefhuizen in Nederland*, Builddesk, 2007
- [1] *Incorporación de las casas pasivas en Europa*. PEP 2008
- [2] *Compromiso de refundición de la Directiva relativa a la eficiencia energética de los edificios*. Comisión europea. Noviembre 2009
- [3] *Hacia los edificios de energía neta casi cero, el ahorro de energía y la reducción de las emisiones de CO₂ mediante el cambio de los requisitos de la legislación europea*.
- [4] *Primeros pasos: ¿Cómo puede ser una casa pasiva en tu región y con tu clima?*
- [5] *Resumen del informe sobre el cambio climático del Panel intergubernamental para el cambio climático (IPPC)*
- [6] *Wirtschaftlichkeit van Wärmedämm-Massnahmen im Gebäudebestand*, Passivhaus Institut, GDI, 2005
- [7] *Casas rehabilitadas con aislamiento para disminuir la desigualdades en salubridad*
- [8] *Los requisitos de la Casa Pasiva en los climas templados europeos: directrices de diseño para casas de baja energía. Parte 1.*
- [9] *Valores de U para un mejor comportamiento energético de los edificios.*
- [10] *7 medidas para 2 millones de empleos, informe de la comisión al consejo y al parlamento europeo.*
- [11] *Diseño integrado de edificios*
- [12] *Aire acondicionado Mitsubishi*. Catálogo 2009.
- [13] *Luftdicht ist Pflicht*, Passivhaus Kompendium, 2007
- [14] *Aislamiento y puentes térmicos*. Presentación proyecto CESR TREES.
- [15] *Mapa Climático*. Mc Kinsey.
- [16] *Ahorro de energía con aislamientos plásticos*
- [17] *Transporte húmedo de materiales de construcción*
- [18] *Emission von Flammenschutzmitteln*, BAM, 2003
- [19] *Prüfbericht HoE 005/2009/281, Untersuchung der Hartschaumstoff-Dämmplatten, Styropor F15, auf die Emission von fluchtigen organischen Verbindungen*, Fraunhofer, 2009.
- [20] *Passiefhuizen in Nederland*, Builddesk, 2007

El aislamiento es "sexy"



“El simple hecho de rehabilitar los edificios para hacerlos más eficientes energéticamente: instalar ventanas y puertas nuevas, aislamiento, cubiertas, sellar las pérdidas, y modernizar los equipos de calefacción y refrigeración es una de las cosas más rápidas, fáciles y baratas que podemos hacer para poner a los americanos de nuevo a trabajar y, al mismo tiempo, ahorrar dinero y reducir las emisiones contaminantes.

Ya sé que la idea puede no ser muy glamurosa, aunque me entusiasma. Les diré lo que es atractivo (sexy) de ella: Es un ahorro de dinero. Mírenlo de esta manera: Si no han actualizado su casa todavía, no es solo el calor o el aire frío lo que se escapa, están desperdiciando energía y dinero. Si vieses billetes de \$20 salir volando por la ventana al exterior, intentarían pensar en qué hacer para evitarlo. Pues eso es exactamente lo que está ocurriendo debido a la falta de eficiencia de nuestros edificios.

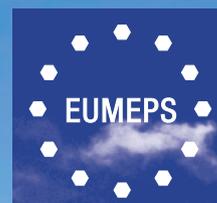
Durante el transcurso de los próximos años, las personas verán esto como una oportunidad extraordinaria y eso ayudará a América a doblar la esquina en lo que respecta al uso de la energía. Estoy entusiasmado con ello y espero que ustedes también.

¡Les dije que el aislamiento es sexy!

*Presidente Obama, discurso al congreso de los EEUU
15 de Diciembre de 2009*



Paseo de la Castellana 203 1º izq
28046 Madrid
España
www.anape.es



Avenue E. Van Nieuwenhuysse, 4/3
B - 1160 Brussels
Belgium
www.eumeps.org