

Viviendas de muy bajo consumo energético

noviembre de 2006

por Pascal Lenormand y la Dra. Anne Rialhe, correo electrónico de AERE p.lenormand@aere.fr

Abstracto

Con la atención cada vez mayor en la protección del medio ambiente y los precios de la energía, las viviendas de bajo consumo que alguna vez fueron exclusivas ahora son cada vez más populares en Europa. Actualmente hay más de 6 000 viviendas de este tipo solo en Alemania, Suiza y Austria. No obstante, el término 'casas de bajo consumo energético' abarca una gran variedad de conceptos y tecnologías que deben situarse en su contexto adecuado. Este es el tema de este artículo.

Desde la Conferencia de Río y el Protocolo de Kioto, muchos se han dado cuenta del problema del calentamiento global. La energía es la causante del 85% de todas las emisiones de gases de efecto invernadero. Se han hecho esfuerzos, pero dos sectores siguen aumentando: el transporte y la edificación. La situación energética actual refuerza aún más el caso de la construcción de bajo consumo energético.

Este artículo demuestra que, aunque las tecnologías y el diseño juegan un papel importante, el comportamiento individual tiene un gran impacto en dos niveles. El primero es sobre la selección de tecnologías, que es siempre el resultado de una elección humana. El segundo es sobre la forma en que se utilizan las tecnologías en el día a día, en la vida real. Por lo tanto, es extremadamente importante centrarse en la formación de los habitantes de las casas de bajo consumo energético.

La rehabilitación sigue siendo un punto crítico, ya que Europa tiene un gran número de viviendas antiguas, que no son nada eficientes. NegaWatt menciona que, solo para Francia, reducir el consumo de energía en cada edificio anterior a 1975 a 50 kW h/m².y requeriría la modernización de 450 000 edificios por año durante 45 años.

Un punto sigue sin estar claro: la capacidad local para construir viviendas de bajo consumo energético, así como la aceptación cultural por parte de la industria de la construcción. Demostramos que los materiales y procesos de construcción necesitan mejoras masivas. ¿Qué tan preparadas están las empresas constructoras para aceptar estos cambios en su trabajo hoy? ¿Cómo se pueden adaptar las reglamentaciones locales para fomentar las mejores prácticas en materia de energía, como se ha hecho con los electrodomésticos en el pasado?

Contenido

1	Introducción El camino hacia las casas de muy bajo consumo energético	3
2	Variedad de vivienda en cuanto a energía	4
2.1	Tipos de Viviendas.	4
2.2	Consumo energético residencial en la Unión Europea.	5
2.3	Diversas etiquetas nacionales para casas de bajo consumo energético.	6
2.3.1	Casa Pasiva.	6
2.3.2	Minergie®.	7
2.3.3	LEED.	9
2.3.4	Comparación entre PassivHaus, MinergieR y LEED.	10
3	Uso de energía residencial 3.1	12
	Calefacción .	12
3.1.1	Sistemas pasivos.	12
3.1.2	Sistemas activos.	18
3.1.3	Comportamiento.	20
3.2	Refrigeración.	21
3.2.1	Sistemas Pasivos.	22
3.2.2	Sistemas Activos.	23
3.2.3	Comportamiento.	24
3.3	Electrodomésticos.	25
3.3.1	Tecnologías.	25
3.3.2	Comportamiento.	25
3.4	Agua Caliente.	26
3.4.1	Tecnologías.	26
3.4.2	Comportamiento.	28
3.5	Cocción.	29
3.5.1	Equipo de cocina tradicional mejorado.	29
3.5.2	Cocina con energías alternativas.	30
3.5.3	Comportamiento.	30
4	Beneficios de la construcción de bajo consumo energético 4.1 Financiero..	31
4.2	Sociales.	31
4.3	Político.	32
5.	Conclusión	32

1 Introducción El camino hacia la energía muy baja casas

Con la atención cada vez mayor en la protección del medio ambiente y los precios de la energía, las viviendas de bajo consumo que alguna vez fueron exclusivas ahora son cada vez más populares en Europa.

Actualmente hay más de 6 000 viviendas de este tipo solo en Alemania, Suiza y Austria. No obstante, el término 'casas de bajo consumo energético' abarca una gran variedad de conceptos y tecnologías que deben situarse en su contexto adecuado. Este es el tema de este artículo.

Definición: ¿qué es una casa de bajo consumo energético?

Aunque los conceptos básicos son ampliamente conocidos, la investigación y el desarrollo en diferentes países han dado lugar a diversas interpretaciones del concepto de casa de bajo consumo energético.

Wolfgang Weiss, inventor del concepto PassivHaus, estableció su punto de referencia para las casas de bajo consumo energético mediante una comparación con el consumo medio de energía para la calefacción. En las viviendas europeas, esto ronda los 200 250 kWh /m²/año.

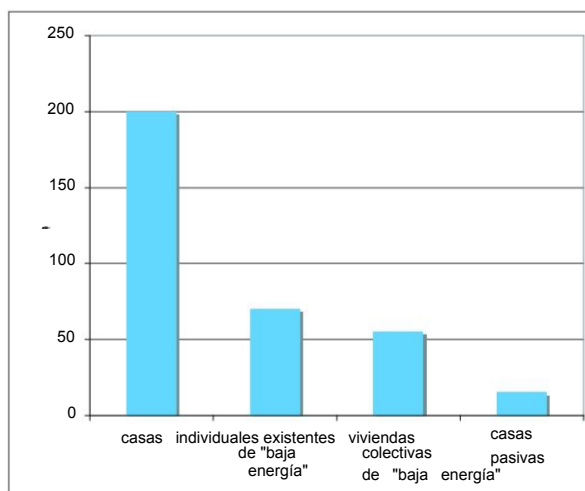


Figura 1: Definición de casas de bajo consumo energético comparando la calefacción

Yendo mucho más allá que las casas de bajo consumo energético en la mejora del rendimiento energético, las casas pasivas se definen como aquellas que tienen una demanda media de calor inferior a 15 kW h/m²/año. Esto es menos del 10% de la vivienda estándar promedio.

También es necesario mencionar la evolución de las casas pasivas hacia las llamadas casas de energía cero, o incluso casas de energía positiva. Son viviendas que emplean una o varias unidades de producción de energías renovables añadidas a un edificio de forma que el balance energético total

(producción anual total versus consumo anual total) es cero o positivo¹. Esto, por supuesto, solo tiene sentido para un edificio que ya está fuertemente optimizado, si no pasivo.

En este documento, primero echaremos un vistazo a las diferencias entre los edificios. Esto establecerá claramente la necesidad de soluciones adaptadas. Hay una gran cantidad de posibilidades, pero algunas, definidas a través del proceso de etiquetado, han ganado más reconocimiento y ofrecen pautas concretas para un proyecto.

Una vez establecido el marco general, será posible discutir las diversas tecnologías disponibles para cada uso de energía en edificios de tan bajo consumo energético, sin perder de vista el importante papel que juega el comportamiento individual.

En nuestra conclusión, ampliaremos nuestra visión examinando los diversos impactos (financieros, sociales y políticos) de una reducción masiva del consumo de energía en las viviendas.

2 Variedad de vivienda en cuanto a energía

2.1 Tipos de Casas

La población de la Unión Europea (UE 25) ha aumentado continuamente desde 1945 hasta su nivel actual de aproximadamente 450 millones de personas.

Esta población vive en 170 millones de viviendas para una densidad media aproximada de 170 hab/km². Esto es representativo de una estructura fuertemente urbanizada. A modo de comparación, la densidad de población en EE. UU. es de 30,2 hab/km².

Existen diferentes métodos para clasificar las viviendas y se pueden dividir a su vez en viviendas individuales y colectivas. Esta distinción, como veremos más adelante, influye en las técnicas constructivas y los sistemas energéticos disponibles.

Otra forma interesante de clasificar es por la antigüedad de la vivienda. La razón de esto es que la implementación de tecnologías de alto rendimiento es relativamente fácil en construcciones nuevas (basado en consideraciones financieras y culturales). Claramente, este no es el caso cuando se rehabilitan viviendas más antiguas.

¹Normalmente, la energía incorporada de los materiales de construcción, instalaciones técnicas y generación renovable unidades de acción no está incluido en el balance de energía

2.2 Consumo energético residencial en la Unión Europea

Para obtener información directa sobre el consumo de energía residencial en la UE, utilizamos datos del Human Settlements Bulletin publicado por la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas.

Como ya se ha mencionado, el parque de viviendas en la UE en la actualidad es de alrededor de 170 millones de viviendas. La Figura 2 muestra la distribución en edad de estas estructuras (datos extrapolados de 15 países a la UE 25):

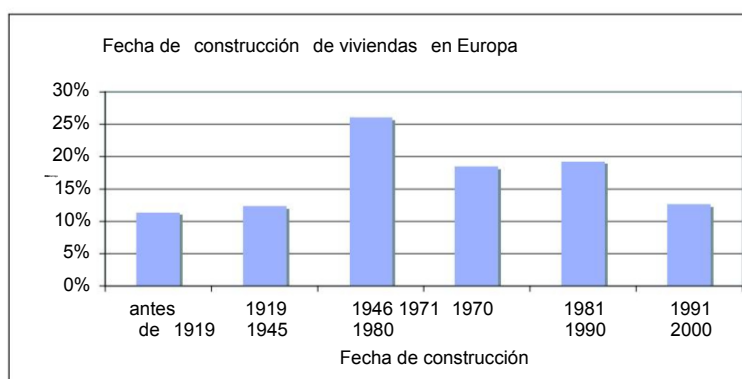


Figura 2: Edad de las viviendas en Europa

Como podemos ver, alrededor del 50% de las viviendas se construyeron antes de 1970, en una época en la que la energía era barata y abundante y el cambio climático no era una preocupación. Esto generalmente condujo a un alto consumo de energía. Además, alrededor del 27% de las viviendas se construyeron después de la Segunda Guerra Mundial, con técnicas rápidas, pero generalmente no duraderas, que consumen energía.

También debemos señalar que entre 1993 y 2003, el 12% de las llamadas viviendas nuevas eran en realidad viviendas rehabilitadas, lo que indica la debilidad de esta actividad y explica en parte el porcentaje muy alto de viviendas antiguas en Europa.

Estos tres factores tomados en conjunto conducen al consumo de energía promedio de 200 a 250 kWh /m²/año que se observa hoy en día en Europa (fuentes: www.passiv.de y La construction 'écologique, ed. Terre Vivante).

Otro aspecto importante a considerar es la evolución del stock. La figura 3 representa la evolución del parque edificatorio, en cuanto a número de viviendas y planta media espacio.

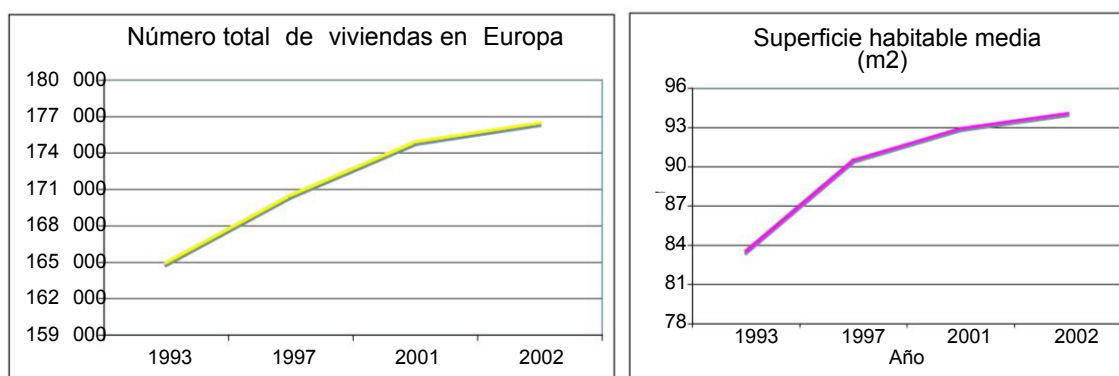


Figura 3: Evolución del parque de viviendas desde 1993

Esto muestra claramente un aumento significativo para ambos parámetros. Esta situación, si no se compensa con una gran mejora en las técnicas de construcción, seguramente conducirá a un aumento constante en el consumo de energía, con todos los inconvenientes asociados.

2.3 Varias etiquetas nacionales para casas de bajo consumo energético

La necesidad de mejorar todo el proceso de construcción es evidente. Varios países han desarrollado etiquetas o procesos de diseño para estandarizar, controlar y promover las mejores prácticas en viviendas de baja demanda energética. Echaremos un vistazo más de cerca a tres de estos esquemas: la etiqueta alemana PassivHaus, la etiqueta suiza MinergieR y la etiqueta americana LEED.

La información oficial y detallada sobre estas tres etiquetas se puede encontrar en el siguiente sitios web:

- Casa pasiva: www.passiv.de
- MinergieR : www.minergie.ch
- LEED: www.usgbc.org/leed

2.3.1 Casa Pasiva

El Instituto PassivHaus en Darmstadt, Alemania, está fuertemente enfocado en el aspecto energético. Proporciona la etiqueta Passive House para estructuras que cumplen con sus estándares. La definición técnica de esta etiqueta es muy clara y sencilla para condiciones climáticas entre 40 y 60 grados de latitud en el hemisferio norte.

Más precisamente, una casa puede ser certificada como PassivHaus (Casa Pasiva) cuando se cumplen los siguientes tres criterios:

1. Se puede mantener un clima interior confortable sin el uso de un sistema central de calefacción o refrigeración. Por lo tanto, la demanda anual de calor para una vivienda de este tipo debe establecerse en un valor inferior a 15 kW h/m²/y en el plan del proyecto.
2. Los criterios de confort deben respetarse en todas las estancias de la casa, tanto en invierno como en verano. Con este objetivo en mente, la etiqueta requiere niveles muy precisos de aislamiento para cada elemento de construcción:
 - Toda superficie exterior con valores U inferiores a 0,15 W/(m²K)
 - Todas las ventanas con valores U inferiores a 0,8 W/(m²K), así como fuertes restricciones en la superficie de la ventana relativa

También existen fuertes restricciones de orientación, superficies y posibilidades de apertura y cierre de cada elemento translúcido, dependiendo de la orientación y construcción de la vivienda. Las tasas de ventilación están estrictamente controladas.

3. El consumo total de energía primaria para todos los usos combinados (calefacción, agua caliente sanitaria y electricidad específica) no podrá superar los 120 kWh /m²/a. El cálculo está incluido en el plan del proyecto.

Cada edificio se controla al final de la construcción, con especial atención a la integridad del sellado hermético. El Instituto PassivHaus también propone un servicio de etiquetado para elementos independientes (puertas, ventanas, elementos de pared, etc.). Este proceso garantiza que los proyectos realmente cumplan con todos los requisitos cuando estén terminados.

Desde la década de 1980, cuando se creó el concepto, se han realizado más de 5 000 proyectos en Alemania, 1 000 en Austria y, más recientemente, alrededor de 100 en el Benelux.

2.3.2 Minergie®

La etiqueta MinergieR, que actualmente solo está disponible en Suiza y Liechtenstein, es bastante similar en principio al concepto PassivHaus. Estipula niveles de uso de energía muy precisos, particularmente en su versión Minergie PR. La versión Minergie es aplicable a cualquier tipo de edificación (viviendas colectivas, hospitales, naves industriales, etc.).

Hay dos caminos diferentes para obtener una certificación MinergieR. La primera es usar las soluciones estándar. Estos solo son aplicables a casas individuales. Estas soluciones cubren tres puntos:

1) Valores de aislamiento muy precisos para cada elemento de construcción

elemento de construcción	Valor si está en contacto con ambiente externo, o enterrado a menos de 2 m	Valor si está en contacto con habitaciones no calentadas o enterrado más de 2 metros
techo, techo	0,20 W/m ² K	0,25 W/m ² K
Muro		0,28 W/m ² K
Piso		0,28 W/m ² K
Piso con sistema de calefacción		0,25 W/m ² K
ventanas	1,30 W/m ² K	1,60 W/m ² K
puertas	1,60 W/m ² K	2,00 W/m ² K

Tabla 1: Requisitos de aislamiento para soluciones estándar MinergieR

2) Una elección entre cinco soluciones técnicas para la producción y distribución de calor

Estándar solución	1	2	3	4	5
Sistema	Geotermia bomba de calor	Caldera de leña + agua solar calentador	Automático sistema de madera	Calor perdido (industria, incinerador, etc.)	Aire agua bomba de calor

Tabla 2: Soluciones técnicas disponibles para calefacción y agua caliente en el estándar MinergieR
soluciones

Con todos estos sistemas, el uso de un intercambiador de calor de doble flujo con un mínimo La eficiencia del 80% es obligatoria.

3) El costo adicional por usar soluciones estándar MinergieR no puede exceder 10% del costo de las soluciones convencionales (15% en Minergie PR).

La segunda forma de obtener una certificación MinergieR, que de hecho es la única solución para viviendas colectivas, es utilizar un proceso de control sobre las actuaciones del edificio. Estos son muy detallados, pero debemos centrarnos en algunos aspectos de estos requisitos:

- Son diferentes para casas particulares y viviendas públicas
- Son diferentes para edificios nuevos y proyectos de renovación.
- Se ajustan a condiciones climáticas específicas (principalmente altitud)

Edificio tipo	Colectivo viviendas	Individual carcasas	Comercial viviendas	Hospitales	Industrias	Deporte	instalar ciones
Máximo valor (todo usos) en kWh/m2/año	42	42	40	75	20		25

Tabla 3: Algunos requisitos en el esquema MinergieR

El sitio Web www.minergie.ch informa más que hay aproximadamente 5 700 estructuras con la etiqueta regular de MinergieR. Dado que la última etiqueta Minergie PR todavía no disfruta con el mismo reconocimiento de nombre, el instituto también ha lanzado recientemente una nueva etiqueta premium. Se conoce como Minergie EcoR y se refiere al uso de materiales respetuosos con el medio ambiente. y procesos.

2.3.3 LEED

LEED es el acrónimo de Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental. Es verde Building Rating SystemR es un estándar nacional voluntario basado en el consenso para desarrollar edificios sostenibles de alto rendimiento. El US Green Building Council desarrolló este marco, y se crearon siete etiquetas; cada etiqueta correspondiente a un cierto tipo de proyecto de construcción (LEED H para viviendas, LEED EB para edificios existentes, etc.).

El proceso de certificación se basa en una lista completa de criterios, que va mucho más allá del uso de energía en las casas. También se tienen en cuenta aspectos como el transporte, el impacto visual en el barrio, el uso de materiales locales, etc. LEED utiliza la 'Energía Requisitos de la etiqueta Star como base para el consumo de energía en las viviendas. Estos afirman una reducción del 15% en comparación con las normas IECC (Código Internacional de Conservación de Energía) de 2006. Estas regulaciones muy detalladas están finamente adaptadas al clima local y imponer elementos y técnicas constructivas en consecuencia. La información completa se puede encontrar en www.energycodes.gov.

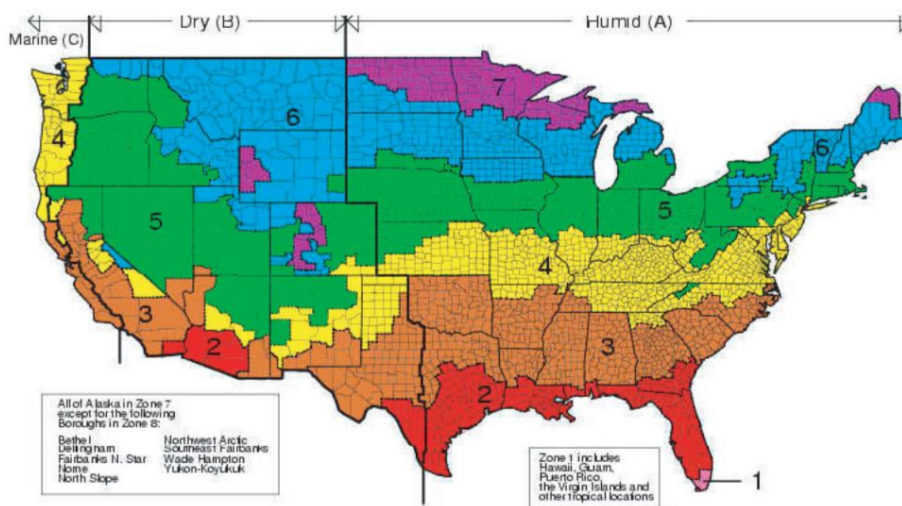


Figura 4: Zonas climáticas, tal como se definen en IECC 2006

Algunos niveles básicos son obligatorios para la certificación. El rendimiento mejorado confiere una bonificación. La notación final consta de cuatro niveles de rendimiento (certificado, plata, oro y platino). Aunque la mayoría de los proyectos se han implementado en América del Norte, algunos también están ubicados en Europa.

LEED es un buen ejemplo de una visión que va más allá de los edificios de bajo consumo energético; teniendo en cuenta no sólo los usos energéticos en el interior del edificio, sino todo el ciclo de construcción, actividad, vida útil y demolición.

2.3.4 Comparación entre PassivHaus, MinergieR y LEED

Dado que los requisitos de consumo de energía, cuando existen, varían según las condiciones climáticas y los parámetros específicos del proyecto, la forma más sencilla de comparar las etiquetas es comparar sus requisitos técnicos, en particular los valores de aislamiento requeridos.

En la siguiente figura, comparamos algunos requisitos, siendo EnergyStar estimado para la Zona 5, en base a los requisitos de IECC.

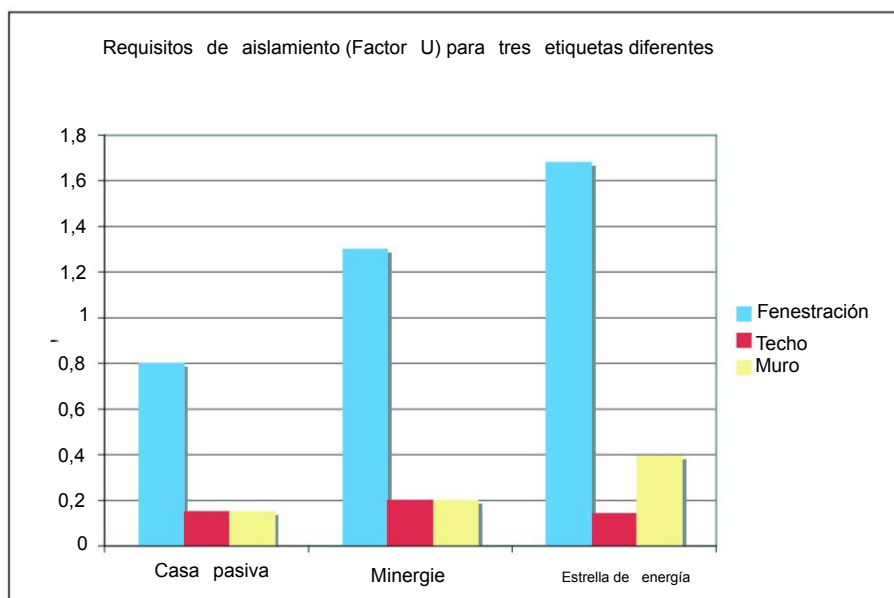


Figura 5: Comparación de requisitos sobre valores de aislamiento

La gran influencia de la fenestración (disposición y número de ventanas), ampliamente conocido en el análisis térmico de la construcción, es muy claro aquí. Las tres etiquetas tienen diferentes requisitos, siendo PassivHaus la más exigente, lo que permite una relativamente fácil comparación de energía térmica.

Sin embargo, el trabajo es más difícil en otros aspectos, ya que el alcance de la tres etiquetas difieren.

	Calefacción Agua Calefacción	Otro Usos	Natural Local Materiales	Transporte Interno Aire Calidad	Agua gestión	Capacitación
Pasivo Casa	Sí	No	No	No	No	No
MinergieR Sí		Minergie <small>edificios públicos</small>	Minergie EcoR	No	No	No
LEED Sí		Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Tabla 4: Comparación del campo de aplicación de tres etiquetas

La mayoría de los aspectos de la tabla 4 tienen una dimensión energética. El transporte es un buen ejemplo: un número creciente de personas se está dando cuenta de que es inútil construir un edificio de bajo consumo casa si uno tiene que aumentar el uso del automóvil como resultado.

Finalmente, también se debe tener en cuenta que las etiquetas solo están disponibles a través de una organización de monitoreo, que puede o no estar disponible localmente. MinergieR, como un ejemplo, es solo

disponible en Suiza y Liechtenstein. Sin embargo, los criterios y evaluaciones pueden desempeñar un papel valioso como inspiración y guía para cualquier proyecto.

3 Uso de energía residencial

Las etiquetas definen los objetivos que deben alcanzarse en la construcción (construcción nueva o renovación) y, en ocasiones, brindan recomendaciones sobre las tecnologías que deben emplearse. Numerosas tecnologías de eficiencia energética pueden utilizarse para mejorar el rendimiento global de cualquier edificio, en función de su entorno geográfico y del patrón de uso según los hábitos culturales de los usuarios (especialmente la forma de vestir en invierno y verano).

Dado que las tecnologías no son más que las herramientas utilizadas para convertir un portador de energía en un servicio, en esta sección proporcionaremos una lista de tecnologías energéticamente eficientes clasificadas por uso final.

También introduciremos una subclasificación para estos sistemas, en referencia al tipo de entrada de energía en la que se basan:

- Sistemas pasivos: destinados a hacer un uso óptimo de la energía natural, sin aporte energético externo (ya sea electricidad o cualquier tipo de energía del carbono)
- Sistemas activos: utilizando energía externa (ya sea electricidad o cualquier tipo de carbón energía)
- Comportamiento: aunque tradicionalmente no se considera tecnología, las acciones conductuales (es decir, modificar la interacción entre los habitantes y la vivienda) son un elemento clave en las viviendas de bajo consumo energético.

Para cada uno de estos sistemas, proporcionaremos elementos sobre los requisitos de varias etiquetas y una descripción de las posibilidades de implementación.

3.1 Calefacción

3.1.1 Sistemas pasivos

Consideraciones generales La mejor forma de reducir el consumo energético es aprovechar toda la energía natural disponible. Este es el propósito del diseño bioclimático, que es un camino hacia una casa de bajo consumo energético. El enfoque bioclimático opera en dos niveles:

1. dejar entrar la energía del sol
2. no lo dejes salir de nuevo

Los mejores dispositivos pasivos para dejar entrar la energía del sol son las ventanas. En casas de bajo consumo energético, las ventanas orientadas al sur actúan como absorbentes de energía. Todo el edificio se puede diseñar para que esta energía se distribuya desde la fachada sur.



Figura 6: BedZed, con paredes orientadas al sur que absorben el sol

La implementación de grandes espacios orientados al sur suele ser bastante fácil en el proceso de diseño de un nuevo edificio. Puede ser más problemático en los programas de modernización, en particular debido a la orientación global del edificio. En tales casos, una simple ampliación de las ventanas existentes puede ser de gran ayuda.

Algunos elementos, como las persianas reflectantes, también pueden ayudar a que entre más energía solar en la casa. Cuando están correctamente orientados, pueden aumentar la entrada de energía en un 25% o más.

El segundo paso en el proceso bioclimático de mantener niveles de calor satisfactorios sin gasto de energía es reducir las pérdidas de energía. La lista de posibles medidas es bastante larga, pero las más comunes son:

- Reducir las superficies de intercambio: diseñar edificios compactos, con el objetivo de reducir la relación volumen/superficie (fig. 7). Las etiquetas mencionadas no mencionan la compacidad en sus criterios, aunque LEED sí lo hace indirectamente en los dos apartados:
 - Apartado Uso del Suelo: Medidas Opcionales
 - 5.1 Construir viviendas con una densidad habitacional promedio de siete o más unidades habitacionales por hectárea de terreno edificable. (1 Punto) O
 - 5.2 Construir viviendas con una densidad habitacional promedio de diez o más unidades habitacionales por hectárea de terreno edificable. (2 Puntos) O
 - 5.3 Construir viviendas con una densidad habitacional media de veinte o más viviendas unidades por hectárea de terreno edificable. (3 puntos)
 - Sección de Materiales y Recursos

- Reducir las pérdidas de calor a través de las superficies: usar aislamiento grueso y eficiente en todas las superficies (paredes, techos y pisos); Utilice ventanas eficientes de vidrio doble o triple. Las etiquetas descritas anteriormente imponen los más altos requisitos en este aspecto. Dado que los materiales se normalizan y se venden con un valor de rendimiento y aislamiento dado, este punto debería ser fácilmente alcanzable.
- Evitar pérdidas de calor entre superficies: este aspecto, que debe integrarse seleccionando los materiales adecuados, suele pasarse por alto. En viviendas bien aisladas, la proporción de pérdidas por ventilación en el requisito de calefacción del edificio se vuelve más importante. En las casas pasivas, el sellado hermético del edificio es tan importante como el aislamiento. De ahí el requisito especial en etiquetas como MinergieR y PassivHaus de utilizar una prueba de puerta soplada, que es obligatoria antes de certificar la vivienda.

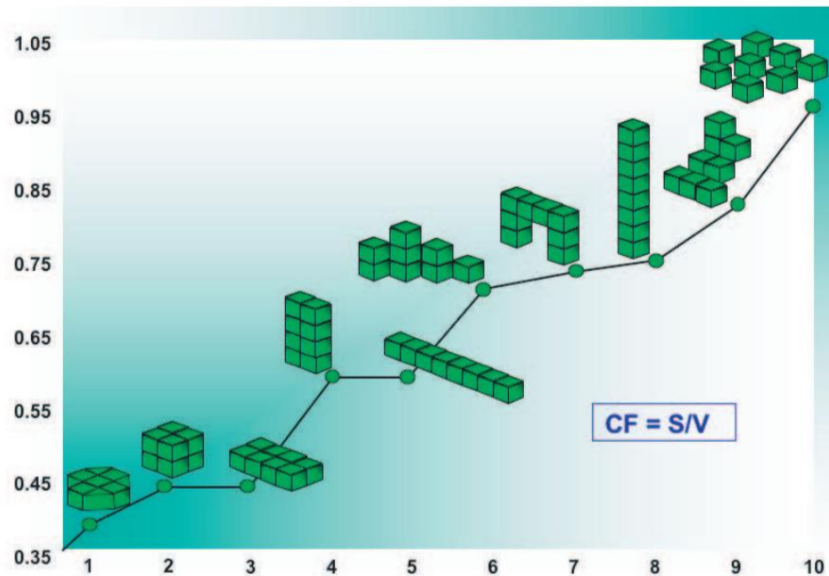


Figura 7: Mismo volumen, superficie variable

**Exhibit MR1-A
Points for Home Size**

House Size In Square Feet By Number Of Bedrooms (See Note 1)					Score
0 Bedrooms	1 Bedroom	2 Bedrooms	3 Bedrooms	4 Or More Bedrooms	
275	350	750	900	1150	10
350	400	875	1100	1450	8
425	500	1000	1300	1750	6
500	600	1125	1500	2050	4
575	700	1250	1700	2350	2
650 SF	800 SF	1375 SF	1900 SF	2650 SF	0
725	900	1500	2100	2950	-2
800	1000	1625	2300	3250	-4
875	1100	1750	2500	3550	-6
950	1200	1875	2700	3850	-8
1025	1300	2000	2900	4150	-10
>1025	>1300	>2000	>2900	>4150	See Note 2

Note 1: A bedroom is defined as an enclosed room that is used principally for sleeping or contains a closet and has ready access to a bathroom, i.e., a room other than a kitchen, bathroom, living room, dining room, family / media room, laundry room, garage, hallway, or unfinished basement area.

Note 2: Determine size score for homes larger than those shown in the applicable column by subtracting one additional point for each added size increment, as shown in Exhibit MR1-B below.

Figura 8: Puntos por el tamaño de la casa en comparación con el promedio en el sistema de notación LEED



Figura 9: Puerta soplada (www.fh ooe.at)

Influencia del contenido de energía Una pregunta que se puede hacer es si el contenido de energía del aislamiento se reembolsa durante la vida útil del material, es decir, si reforzar el aislamiento mejora el desempeño ambiental. La figura 10 muestra un cálculo para fibra de vidrio de densidad 12 kg/m^3 , $\lambda=0,041 \text{ W/}^\circ\text{Cm}$ y contenido energético $7,34 \text{ kWh/kg}$ (fuente: ekoinventare para Equer, www.izuba.com, cálculo AERE). El primer gráfico muestra una comparación entre el contenido total de energía del aislamiento y el consumo total de energía durante la vida útil del material. Siempre que la línea recta esté debajo de la curva, la energía invertida en más aislamiento se amortiza durante la vida útil del material y, por lo tanto, vale la pena hacerlo.

Como se ve aquí, para las condiciones especificadas (vida útil 10 años, 2400 h de periodo de calefacción con $\Delta T=20^\circ\text{C}$), con un espesor de aislamiento de hasta 47 cm (lo que, en este caso, significa $R=11,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$, un 60% más de lo exigido en la etiqueta PassivHaus), la fibra de vidrio reembolsa su contenido energético durante la vida útil del proyecto.

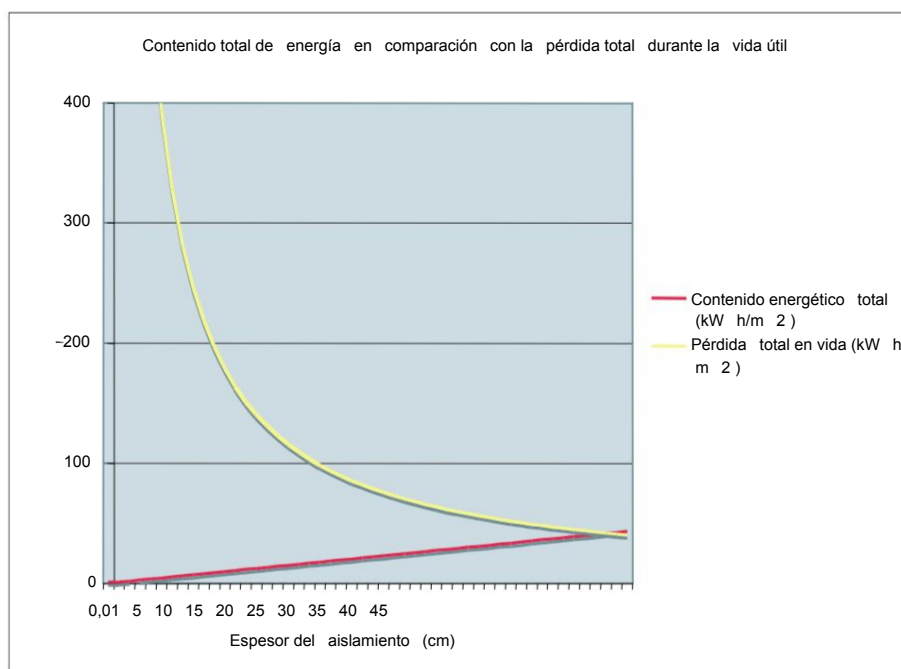


Figura 10: Comparación de contenido de energía y ahorro de energía

La Figura 11 presenta los mismos datos desde otra perspectiva: para un grosor dado de aislamiento, cuánto ahorrará un centímetro adicional de aislamiento durante la vida útil del material, y comparándolo con el contenido de energía de este centímetro adicional. Entonces podemos calcular, para un espesor dado, el reembolso o el tiempo de amortización de un centímetro extra. Cuando este tiempo excede la vida útil del material, entonces el costo no vale la pena.

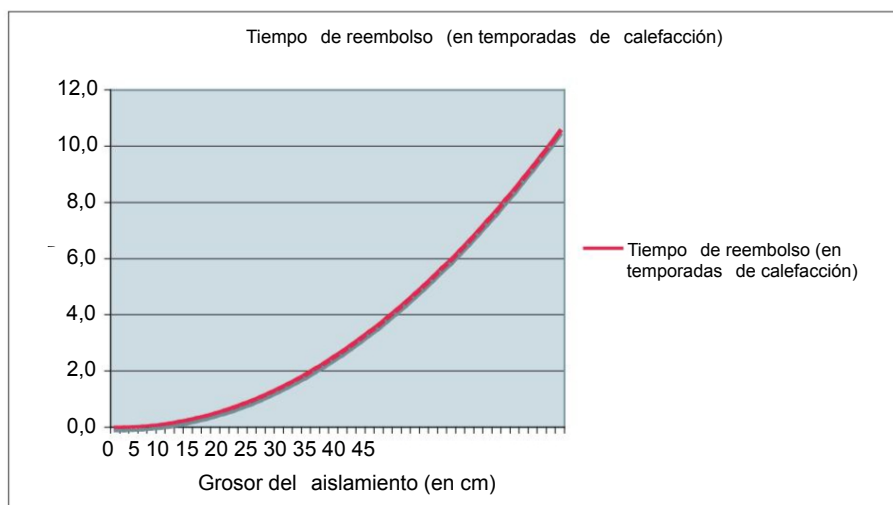


Figura 11: Tiempo de reembolso (payback) de un centímetro extra de aislamiento

Aquí nuevamente, podemos observar que el aislamiento se puede aumentar hasta 47 cm y aun así reducir el consumo de energía de por vida.

El costo no está justificado excepto en algunos casos extremos (vida útil extremadamente corta, temporada de calefacción muy corta y/o templada, etc.). La influencia del contenido energético también es claramente visible, mostrando el beneficio de los materiales aislantes con bajo contenido energético, como la mayoría de los materiales naturales (cáñamo, celulosa, lana de madera, etc.). Estos materiales proporcionan el mejor beneficio en términos de eficiencia energética general

Inercia Menos conocido es el uso de la inercia. La idea aquí es utilizar materiales macizos o masa térmica que puede almacenar calor en su estructura, y liberarlo cuando baja la temperatura. El posicionamiento y dimensionamiento de dichos elementos arquitectónicos debe hacerse con mucho cuidado, para que el edificio se comporte en armonía con su entorno y las necesidades de sus habitantes. Este parámetro, muy importante para el confort estival, también juega un papel importante en la forma en que el edificio gestiona los aportes solares pasivos.

El mejor ejemplo de un sistema inercial es el muro Trombe, en el que se coloca un elemento macizo detrás de una ventana. Mientras el sol brille, la pared almacena calor y continuará liberándolo incluso por la noche. De hecho, los elementos masivos juegan un papel regulador de la misma manera que una presa en un río.

En algunas situaciones particulares, podría ser beneficioso planificar el almacenamiento de calor entre estaciones para aumentar el efecto de inercia. El objetivo es almacenar el exceso de calor del verano en un elemento enorme o masivo (a veces bajo tierra utilizando el suelo mismo, a veces en forma de enormes tanques de agua).

3.1.2 Sistemas activos

Sistemas de ventilación Una vez que la demanda de calefacción se ha reducido al mínimo mediante un diseño general adecuado, puede ser necesario un sistema de calefacción complementario, especialmente en programas de renovación o viviendas colectivas, donde los ajustes individuales pueden ser más difíciles de lograr únicamente mediante soluciones pasivas.

En el concepto de casa pasiva ya se incluye un sistema activo para reducir al mínimo la demanda energética. Como hemos visto, las casas de baja demanda son casi herméticas, estando asegurada la ventilación por un sistema HVAC (Heating Ventilation and Air Conditioning), que en realidad es una bomba de calor aire-aire que funciona con el aire extraído, lo que lleva a una eficiencia de 75 al 80%. Este sistema particular de bomba de calor es, de hecho, una piedra angular. Es obligatorio en los sistemas MinergieR y PassivHaus, y una constante en todos los edificios normalizados de bajo consumo de energía. Para mayor eficiencia, dicho sistema se puede acoplar con un intercambiador de calor tierra-aire (EAHX, a menudo llamado "pozo canadiense" en Europa). El hecho de que las pérdidas de calor por renovación de aire representen un tercio de las pérdidas en los edificios clásicos, y hasta un 70% en construcciones bien aisladas, justifica la atención que se presta a este tipo de sistemas.

No obstante, cabe señalar que estos equipos, aunque bastante fáciles de implementar en nuevas construcciones, son más difíciles de agregar a las acciones de rehabilitación, lo que lleva a trabajos pesados (instalación de un sistema de ventilación bidireccional). Sin embargo, se utilizan hoy en día en una variedad de edificios contemporáneos, tanto individuales como colectivos.

Sistemas de calefacción En el caso de casas pasivas, la teoría dice que no debería ser necesario un sistema de calefacción adicional. El concepto básico tiene esto como objetivo principal y es capaz de mantener la comodidad únicamente con sus ocupantes y el calor parásito. No obstante, cabe señalar que Scandinavian Homes, un productor de casas pasivas en serie, agrega una resistencia eléctrica de 900 W al sistema HVAC como seguridad.

Para las casas de bajo consumo más tradicionales, el desafío es que la demanda de calefacción se reduce considerablemente y, por lo tanto, es demasiado baja para la mayoría de los dispositivos disponibles en el mercado. Como ejemplo, una casa MinergieR de 100 m² con una demanda de 35 kWh/m²/año necesitará 3 500 kWh durante la temporada de calefacción. Esta es una potencia nominal de alrededor de 3 kW para un clima francés promedio y hasta 6 kW para climas más fríos, mientras que los hornos de pellets pequeños tienen una potencia típica de 7 kW y los sistemas de calefacción estándar rara vez bajan de 15 kW.

Para casas individuales, de hecho, la pregunta permanece. Como referencia, examinemos las cinco soluciones técnicas estándar que se proponen en el proceso de etiquetado de Minergie. La electricidad mencionada en los sistemas de madera representa menos del 5% de la energía total involucrada.

Solución técnica	Entrada de energía	Primaria es energía	Coficiente global de rendimiento
Geotermia bomba de calor	Electricidad	Carbono, nuclear, renovable	82 230% Muy eficiente, necesita suficiente demanda de energía para la recuperación económica 70 90%
Leña + Solar (agua caliente)	Biomasa (+electricidad)	Biomasa	Tomando el servicio de energía de calefacción en gran parte fuera de la red, pero altamente dependiente del ciclo de vida de fuente de energía
Automático Sistema de madera	Biomasa (+ electricidad)	Biomasa	70 a 90% Altamente dependiente del ciclo de vida de fuente de energía
Residuos industriales calor	Indefinido	Indefinido	85 a 95% en el punto de uso Es poco probable que la calefacción urbana sea económica para casas de bajo consumo energético, ya que el costo de distribución y la conexión se vuelve demasiado alta
Electricidad + Solar	Electricidad	Carbono, nuclear, renovable	30 a 92% 100% para energía solar, según una convención de la IEA

Tabla 5: Comparación entre soluciones de calentamiento

Los sistemas de biomasa pueden ser una buena práctica, dependiendo del ciclo de vida e incluido el transporte de la fuente de energía. Los sistemas de calor residual (basados en redes de distribución de calor) pueden ser ventajosos, pero exigen una alta densidad de uso de calor para que sean rentables y es menos probable que sean económicos en áreas con una alta densidad de viviendas de bajo consumo energético. Teniendo en cuenta una reducción del 90% en la demanda de calor con casas de bajo consumo energético, una combinación de generación de calor residual con una combinación solar eléctrica se vuelve atractiva y podría ser fundamental

en permitir una mayor penetración de la generación ambiental en los sistemas eléctricos.

El rendimiento de las bombas de calor depende en gran medida de la geología local. Algunas estructuras (arcillosas, arenas, etc.) no son adecuadas para el uso de tales sistemas. La congruencia entre el sitio y la solución técnica debe estudiarse cuidadosamente y, en el caso de una bomba de calor, puede conducir a veces a una situación que no es rentable. Esto ayuda a defender los sistemas a base de madera más versátiles.

El problema es más fácil de resolver para las viviendas colectivas, donde se pueden acumular todas estas pequeñas necesidades restantes y se puede construir una red de calor. La tasa de ocupación y la distancia entre casas deben estudiarse cuidadosamente, ya que estos aspectos se optimizan más fácilmente en viviendas colectivas compactas.

Por otro lado, se puede diseñar un sistema de calefacción más convencional (pero de tamaño reducido) para viviendas colectivas compactas. Aquí se pueden combinar portadores de energía (como solar + madera) de una manera que es difícil de llevar a cabo en una casa individual porque la demanda es demasiado pequeña. Dado que las calderas tienen un rango de funcionamiento óptimo limitado, los sistemas de calefacción colectiva deben diseñarse con cuidado.

3.1.3 Comportamiento

La forma en que los habitantes usan su vivienda puede influir en gran medida en el balance térmico y, por lo tanto, en el consumo de energía. Estas influencias se pueden clasificar en dos categorías.

Comportamiento puro Fanger (1970, Confort térmico, Copenhague) ha definido las condiciones de confort de una persona y ha demostrado que el confort depende directamente de sólo seis parámetros: temperatura ambiente, temperatura radiante, humedad, velocidad del aire, aislamiento de la ropa y actividad. nivel. De hecho, es intrigante observar las similitudes en la investigación sobre casas de bajo consumo energético y el confort térmico humano.

Esto muestra claramente la interacción muy importante entre los habitantes y el clima interior: mantener el equilibrio cuando cambia un parámetro se puede lograr cambiando otro parámetro. A modo de ejemplo, una disminución de un grado en la temperatura ambiente de una casa (una economía del 5 al 10%) se puede compensar con:

- La instalación de un dispositivo de calefacción radiante (+5 a 10% de energía)
- La modificación de la temperatura radiante de las paredes por ejemplo, eligiendo un material de baja emisión como la madera (una práctica muy común en el norte de Europa)
- Aumento de ropa (sin costo, excepto por la compra de ropa adicional)

Calor parasitario Hoy en día, muchas de nuestras actividades dentro de un edificio implican el uso de dispositivos eléctricos como refrigeradores, aparatos para cocinar, iluminación, computadoras, etc. Estos electrodomésticos generan una cierta cantidad de calor. La cantidad total de calor generado en una casa hoy

está lejos de ser despreciable. Compare los valores típicos enumerados a continuación con el promedio de 1,5 kWh por día necesario para calentar una habitación de 10 m² en invierno en una casa MinergieR.

Ejemplo de uso del equipo	Calor generado en un día	Equivalente superficie calentada
TV en modo de suspensión (15 W) durante 20 horas	0,30 kWh	2 m ²
TV encendida (75 W) durante 4 horas	0,30 kWh	2 m ²
planchado 30 minutos de horneado	1,5 kWh	10m ² _
Nevera (compresor + liberación de calor en el condensador)	3,0 kWh	20 m ²
PC y pantalla catódica encendidas durante 24 horas (uso ADSL – 250 W)	6,0 kWh	40 m ²
PC y pantalla catodica encendidas para 8 horas (uso de oficina 250 W)	1,75 kWh	12 m ²
PC y pantalla plana encendidas durante 8 horas (uso de oficina – 125 W)	1,0 kWh	7 m ²
Laptop encendida por 8 horas (uso de oficina 30W)	0,24 kWh	2 m ²

Tabla 6: Ejemplos de generación de calor para electrodomésticos típicos Fuente Frañicheur sans aire acondicionado ed. Tierra Viva y AERE

Con estos valores en mente, está claro que estas ganancias de calor parasitarias no pueden ignorarse en la entrada de energía, y debe incorporarse al calcular la demanda de calor. En edificios de oficinas, las ganancias de calor parásitas son grandes debido al calor generado por las computadoras. Es posible que incluso necesiten aire acondicionado debido a estas ganancias de calor. En el Minergie P proceso de etiquetado, elección de aparatos eléctricos eficientes (categorías A, A+ o A++) es una parte inherente del proceso de diseño de baja energía.

3.2 Refrigeración

El hecho de que los edificios de bajo consumo energético estén diseñados para dejar entrar mucha energía solar y no permitir que vuelva a apagarse, puede provocar un sobrecalentamiento en los días soleados. Por lo tanto, el comportamiento de los ocupantes en el edificio durante el verano necesita ser cuidadosamente estudiado y medidas de enfriamiento tomado como necesario.

3.2.1 Sistemas Pasivos

Consideraciones generales El enfoque bioclimático, que ya nos ha ayudado un mucho sobre el uso de energía para calefacción, también puede ayudarnos a mantener el edificio enfriar con el mínimo gasto de energía. Nuevamente, este es un proceso de dos pasos:

1. evitar que entre el calor
2. dejar escapar el calor atrapado en el interior

En Europa, los períodos más cálidos suelen corresponder a épocas en las que el sol está alto en el cielo. Por lo tanto, el uso de protecciones superiores correctamente dimensionadas en ventanas orientadas al sur funciona muy bien para evitar el calentamiento excesivo.

También es importante reducir la cantidad o el área de las ventanas en las paredes orientadas al oeste y al este. (de ahí la limitación en las directrices de MinergieR). Donde las ventanas permanecen expuestas, el uso de persianas externas o árboles colocados estratégicamente puede ofrecer sombra efectiva en el verano, dejando entrar la luz durante el invierno

Inercia Térmica La inercia es una propiedad que ya se ha mencionado con respecto a la calefacción. Sin embargo, también es una propiedad muy importante para la comodidad del verano. De hecho, esto es el factor principal que determinará cuánto tiempo tardará una casa en calentarse. Suficiente la inercia es por tanto una garantía en el mantenimiento de un interior fresco.

Las primeras casas pasivas, aunque muy centradas en el aislamiento, descuidaron el impacto de materiales de aislamiento en el sobrecalentamiento de verano. Este defecto de diseño ahora ha sido generalmente corregido, pero sigue siendo una consideración importante. A continuación se muestra una tabla de espesores necesarios para aislar correctamente una casa en invierno (dependiendo del aislamiento) y verano (depende de la inercia).

Material	Conductividad (W/mK)	Capacidad Térmica (Wh/m ² K)	Invierno (m)	Verano (m)	
lana mineral	0,04	0,173	4		0.815
Poliestireno	0.04		8	0.173	0.593
Celulosa de alta densidad	0,045	Lana	42	0.195	0.271
de oveja Panel	0.04		10	0.173	0.535
de fibra de madera	0.04		80	0.173	0.185

Tabla 7: Comparación de espesores de invierno y verano para varios materiales Fuente: Dr. Ing. Reinhard Geisler, Isolfloc (en La concepción bioclimática, ed. Terre Vivante)

La influencia de la capacidad térmica de los materiales (esto se puede generalizar a todos los materiales del edificio) es clara. Materiales como lana mineral y paneles de fibra de madera, que

tienen el mismo efecto en invierno (aislamiento), tienen un comportamiento muy diferente en verano (energía), siendo necesaria 4,4 veces más lana mineral que fibra de madera para crear el mismo confort térmico en verano.

El uso de la ventilación nocturna, ya mencionado en la Sección de Comportamiento, tiene un efecto directo consecuencia en el diseño de la casa: debe ser posible abrir ventanas en cada habitación, para permitir un enfriamiento suficiente. Este es otro requisito en el MinergieR proceso de etiquetado.

Entorno circundante El área que rodea una estructura tiene una influencia en dos aspectos significativos:

1. Albedo, que es la capacidad de una superficie para reflejar más o menos energía del sol.
2. Evolución de la temperatura, relacionada con la presencia de pastos o plantas, que retienen o liberan agua y vapor de agua

Dado que las superficies que rodean una estructura interactúan con el edificio e influyen en la entrada de energía, debe diseñarse cuidadosamente con respecto a la orientación y la construcción para ayudar a regular la entrada de energía.

Calidad del suelo	Temperatura superficial en verano	Albedo (reflexión)
Asfalto	35°C	7%
Asfalto blanco	25°C	90%
Suelo desnudo	25°C	
Césped cortado	23°C	21°C
Hierba sin cortar		20%

Tabla 8: Ejemplos de propiedades de la superficie del suelo Fuente Fraîcheur sans clim', y. tierras vivo

3.2.2 Sistemas Activos

El primer y más simple sistema de enfriamiento es el Intercambiador de Calor Tierra Aire ("Pozo Canadiense"). Al dejar que el aire viaje bajo tierra antes de entrar a la casa, su temperatura bajará varios grados, refrescando el ambiente interior. Caídas de temperatura típicas de Se han medido de 3 a 5°C.

Una variante de este sistema ha estado en uso durante siglos en el norte de África y Oriente Medio. (los badgir iraníes son un ejemplo), donde las ánforas llenas están suspendidas en el flujo de aire y la evaporación crea un efecto de enfriamiento adicional. El uso de la evaporación en casa las fuentes, por ejemplo, aún pueden ser una solución de enfriamiento moderna y eficiente.

Una solución de refrigeración más clásica, pero también más consumidora de energía, es la bomba de calor aire aire. Este dispositivo utiliza electricidad para hacer circular un fluido de transporte de calor y transportar calor desde el interior hacia el exterior. Cabe señalar que dicho dispositivo no debe ser considerado como un sistema de calefacción, debido a su muy baja eficiencia energética, particularmente a temperaturas del aire por debajo de 7°C (Fuente: Etude chauffage électrique et pompe chaleur en France Greenpeace Francia).

A pesar de un coeficiente de rendimiento reportado actualmente de aproximadamente 2, debemos recordar que los aparatos de aire acondicionado funcionan con electricidad. Para hacer una comparación precisa de la eficiencia energética total de dichos sistemas, es necesario que retrocedamos hasta la fuente principal. fuente de energía.

origen de la electricidad	Central eléctrica de ciclo combinado a gas	A gas o carbón fuerza	Nuclear electricidad	renovable electricidad
Relación entre la energía de calefacción/refrigeración y la energía primaria para casas de bajo consumo energético	1.20	0,60 – 0,80 0,72		2.00

Tabla 9: Relación entre la energía de calefacción/refrigeración y la energía primaria de un sistema de refrigeración por aire/aire, en función de la fuente de producción de electricidad y aplicada a viviendas de bajo consumo energético

Otro aspecto a estudiar, ya que Europa está comprometida con el Protocolo de Kioto, es la cantidad de CO₂ que emite la fuente de energía.

Carbón	Combustible	Ciclo combinado gas	Cogeneración Nuclear, hidráulica, eólica	915 676
404 230	380			0

Tabla 10: Emisiones de CO₂ para la producción de electricidad, en g CO₂/kW h Fuente: Elementos para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero en instalaciones energéticas, JP Tabet, C.Cros, 2000

Finalmente, una parte importante de la electricidad generada en algunos países es producida por reactores nucleares. Esto conduce a una producción de residuos nucleares de 8,64 mg/kWh (residuos radiactivos de vida media corta) y 0,85 mg/kWh (residuos radiactivos de vida media larga) (fuente: EDF).

3.2.3 Comportamiento

Las mismas consideraciones citadas con respecto al confort y la calefacción también se pueden aplicar a la refrigeración. Por ejemplo, reducir la temperatura de 27°C a 25°C usando un A/C

El sistema conduce a un aumento del consumo de energía del 10 al 20%, mientras que el mismo resultado en términos de comodidad fisiológica se puede lograr reduciendo la ropa (sin costo) o aumentando la velocidad del aire (ventilador económico que usa significativamente menos energía).

En Japón, la campaña CoolBiZ del verano de 2005 propuso configurar el aire acondicionado a 28 °C o más (en lugar de los 22 °C habituales) e invitó a la gente a trabajar sin chaqueta ni corbata. Los resultados de 2005 dieron como resultado una economía modesta de 70 GWh, en una sociedad con una alta reticencia cultural al cambio de hábitos de vestimenta. La campaña se ha relanzado en 2006, junto con una campaña WarmBiz en invierno, fijando el límite de calefacción en 20°C.

También es importante, en el caso de un período cálido de verano, que el ocupante de la casa pueda enfriar el edificio durante un período más fresco (por la noche, por ejemplo) abriendo puertas y ventanas, y protegiendo el edificio del calor excesivo. sobrecalentamiento mediante el uso de cortinas y persianas. Aquí nuevamente, vemos el vínculo directo entre el comportamiento y el uso de energía.

3.3 Electrodomésticos

3.3.1 Tecnologías

La mayoría de las etiquetas insisten en la elección inicial de equipos de clase A (o A+ o A++), en referencia al etiquetado energético europeo para frigoríficos, congeladores, lavadoras, lavavajillas, secadoras, hornos y termos.

Con el precio medio europeo de la electricidad en torno a 0,10 e/kWh, un congelador costará unos 65 e/año, aunque los modelos que cuestan alrededor de 200 e no son una excepción. La importancia de la buena calidad y la alta eficiencia conduce claramente a economías potenciales de hasta un 40% y más. Se puede realizar el mismo tipo de cálculo para todos los aparatos eléctricos y se debe tener en cuenta el hecho de que muchos aparatos consumen energía cuando están en modo de espera. Los valores en torno a 10 W son los actuales para los sistemas de TV; dado que actualmente no existe una regulación para los niveles de consumo de sueño, la elección inicial es de suma importancia.

3.3.2 Comportamiento

Mientras que las elecciones en la fuente de alimentación pueden reducir automáticamente el consumo de energía de los electrodomésticos cuando se encienden, el comportamiento sigue siendo un parámetro muy importante. Todavía hay muchos electrodomésticos en el mercado que consumen más energía en modo de espera que en uso, simplemente porque el usuario deja los electrodomésticos en modo de suspensión las 24 horas del día, los 7 días de la semana.

Categoría	Misceláneas Apoyar Fuerza Consumo (kWh/año)	% del consumo total
Aparatos de refrigeración	12	5
Cocinando	34	13
Audio, Vídeo, Comunicación 108		42
Encendiendo	57	22

Tabla 11: Ejemplos de consumo de energía en espera Fuente: Varios en espera
Consumo de energía de electrodomésticos, EU DG XVII Bruselas, Bélgica

El gasto total de energía en Europa para equipos de reserva se ha estimado en 53 TWh/año. Esta es la producción de ocho grandes centrales eléctricas. Simplemente desenchufando o apagar los electrodomésticos (que puede ser facilitado por un diseño adaptado) podría ahorrar un gran parte de esta energía.

Entre todos los usos eléctricos específicos, los aparatos de refrigeración (nevera, hielera, etc.) son un importante foco, ya que representan del 30 al 40% del consumo eléctrico total. colocándolos en un lugar fresco habitación puede proporcionar ahorros significativos.

Las lavadoras y secadoras representan más del 20% de todo el uso de energía en el hogar. Ellos consumen grandes cantidades de energía, alrededor de 1.000 kWh. Esta cantidad nunca podría ser amortizado cuando el aparato se utiliza sólo dos o tres veces por semana; por lo tanto el valor en compartir este tipo de aparatos en viviendas colectivas. Esta es una práctica muy común en países como Estados Unidos y Suiza.

3.4 Agua Caliente

3.4.1 Tecnologías

Consideraciones generales Los tres procesos de etiquetado que estudiamos en la primera sección de este documento tienen un enfoque diferente con respecto a los sistemas de calentamiento de agua. Mientras PassivHaus solo pone una limitación a la cantidad total de energía primaria utilizada en el edificio (máx. 120 kW h/m² .y), las soluciones MinergieR requieren el sistema técnico para seleccionar de la siguiente lista: bomba de calor, caldera de leña o sistemas de energía solar junto con el calor residual de la industria.

LEED no impone ninguna medida obligatoria, pero propone bonificaciones variables para distribución eficiente (tamaños de bucle, aislamiento, etc.) y producción (solar, gas o eléctrica) instalaciones.

Una solución estándar de calentamiento de agua de bajo consumo es el calentador de agua solar, ya que utiliza energía gratuita y puede suministrar hasta el 70 % de las necesidades.

A pesar de su consumo muy bajo, sigue siendo importante diseñar e integrar el sistema con cuidado (las bombas de circulación, en particular) para reducir al mínimo el consumo total de energía.

Los sistemas de calefacción solar siempre necesitan una fuente de energía complementaria para asegurar que el servicio se mantenga en los días nublados.

- Electricidad
- Quemador de combustible/gas
- La madera puede ser una buena solución, pero los sistemas de madera de baja potencia (12 a 15 kW) que se adaptarían a viviendas individuales de baja energía son raros. Sin embargo, se adaptan muy bien a las viviendas colectivas.

Soluciones alternativas En los últimos años se ha propuesto y aplicado un nuevo enfoque a los sistemas de calentamiento de agua. El sistema, llamado agua caliente, se basa en calentadores de agua eléctricos muy pequeños integrados muy cerca del punto de uso en lugar de una sola fuente grande. Las ventajas de una solución de este tipo son múltiples:

- Respuesta inmediata, lo que lleva a una reducción del consumo de agua caliente de 10 a 40
- Pérdida térmica muy reducida en el sistema de distribución, lo que lleva a una reducción del 10% en energía usada
- Calentador de agua más pequeño, más aislado y más eficiente (potencias de 3 a 20 W), lo que lleva a una economía de 10 a 20% en comparación con las calderas eléctricas tradicionales.

Dado que estas ventajas son acumulativas, se reclama una posible economía del 50% en energía y agua. La distribuidora afirma que el ahorro de agua y energía es tan importante que hace innecesaria la instalación de un calentador solar. Toda la energía para el agua caliente puede ser producida por una pequeña superficie (de 2 a 5 m²) de paneles fotovoltaicos.

Otra solución que se ha utilizado en viviendas colectivas y en la industria alimentaria es la reutilización del calor de drenaje. Una de las distribuidoras reclama una economía del 34% en la factura de energía y retorno de la inversión en un plazo de 2 a 4 años.

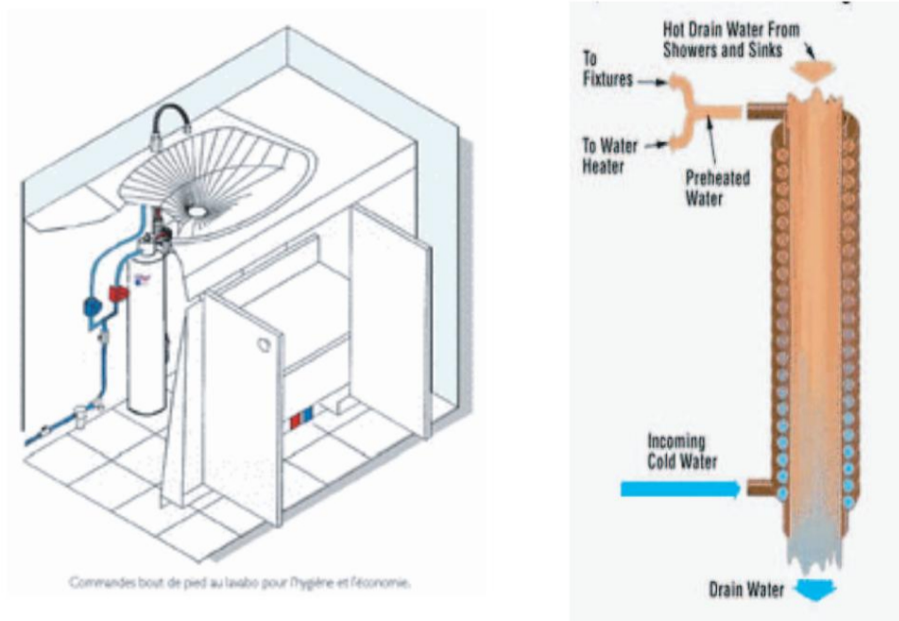


Figura 12: Principio del sistema de agua caliente (Fuente: ets concept.monsite.wanadoo.fr) y principio del sistema de reutilización del calor del desagüe GFXstar (Fuente: www.gfxstar.com)

3.4.2 Comportamiento

Dos parámetros definen la cantidad de energía que se utiliza para calentar el agua:

- La temperatura a la que se calienta el agua: la capacidad calorífica del agua es de 4,18 kJ/kg.K, por lo que calentar 1 litro de agua 1 °C más requiere 1,16 Wh
- La cantidad de agua que se calienta

El primer parámetro es fácil de modificar configurando correctamente la temperatura del sistema de calentamiento de agua. Todavía es muy común encontrar sistemas de agua caliente que se configuran a 80°C, un nivel que se traduce en un gasto de energía inútil. Esto también acelera la calcificación, lo que genera pérdidas de energía adicionales y costos de mantenimiento adicionales para la descalcificación. Sin embargo, una temperatura inferior a 55°C aumenta el riesgo de legionela. Configurar el sistema a aproximadamente 60°C es una opción óptima para sistemas residenciales.

El segundo parámetro también está directamente relacionado con el comportamiento, siendo siempre la pregunta: '¿Cuánta agua necesito para un servicio dado?' (e igualmente importante: '¿Cuánto de este servicio voy a consumir?'). Un ejemplo típico es comparar ducharse (20 a 60 litros de agua en situaciones ineficientes) en lugar de bañarse (min. 100 litros). El baño representa el 39% de nuestro consumo, y las actividades de lavado más del 25%.

Cabe señalar que los europeos consumen ocho veces más agua que sus abuelos hace tan solo 50 años y que varios países de Europa tienen una disponibilidad insuficiente

de agua dulce, como se muestra en el siguiente mapa.

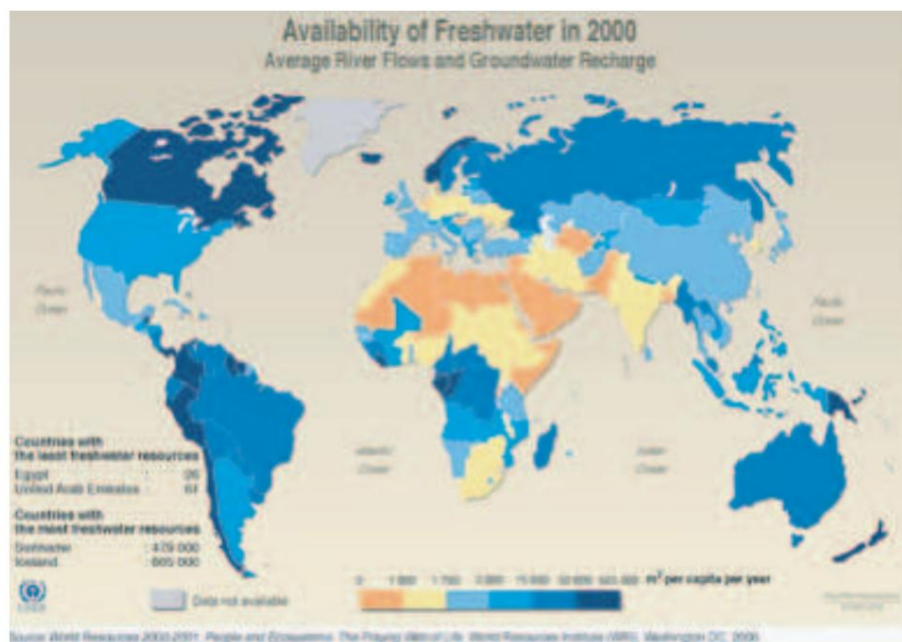


Figura 13: Disponibilidad de agua dulce en 2000. Fuente: World Resource Institute

3.5 Cocinar

Cocinar es una actividad que utiliza energía en forma de calor. Aunque se están haciendo algunos intentos en Europa, el camino hacia un sistema de cocción energéticamente eficiente aún es largo.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que, en todo el ciclo de 'actividad alimentaria', la mayor parte de la energía se consume en frigoríficos y congeladores, lo que hace que la elección de electrodomésticos A, A+ o A++ sea especialmente importante.

3.5.1 Equipo de cocina tradicional mejorado

El método tradicional de cocción, con una olla colocada sobre una fuente de calor (llama o eléctrica), y sin aislar las superficies de la olla, es muy ineficiente (eficiencia máxima del 35%) y conduce a una pérdida de calor significativa.

Un intento interesante de mejorar esto es la llamada olla noruega. Este dispositivo no es más que una caja aislada, en la que se coloca la olla caliente antes de que finalice el tiempo normal de cocción. Luego, conservando el calor, la cocción continúa sin ningún aporte adicional de energía, lo que lleva a una economía del 20 al 50%.

¿Es posible generalizar este principio a todas las actividades culinarias? Esta sigue siendo una pregunta abierta hoy en día, ya que no existe una producción en masa de tales electrodomésticos.

3.5.2 Cocina con energías alternativas

Si bien el proceso de cocción en sí ha progresado poco, recientemente han aparecido algunos intentos interesantes relacionados con la fuente de energía. La cocina solar se está desarrollando en países del sur (África, América del Sur), con mucho éxito, especialmente para procesos de cocción largos (al vapor, guisados, etc.). Su uso en los países del norte es todavía esporádico, aunque actualmente en Suiza funcionan unas 1.000 cocinas solares.

En África y Asia, la producción de biogás a partir de estiércol humano y animal es bastante común, y el gas (metano) se usa luego para cocinar. Este proceso se ha instalado experimentalmente en Freiburg, Alemania, con fines de investigación y se indica en el documento *Leben und arbeiten* que 'Nuestra instalación de investigación es demasiado costosa para ser reproducible en otra situación'. Por otro lado, el Instituto de Ciencia, Tecnología y Gestión de Kigali ha equipado seis prisiones de 5.000 personas cada una con producción de metano a partir de excrementos humanos. Luego, el gas se usa en la cocina de la prisión, lo que lleva a una reducción del 50% en el consumo de combustible.



Figura 14: Planta de producción de biogás en construcción en Kigali, Ruanda información detallada en www.ashdenawards.org/winners/kist05

3.5.3 Comportamiento

Al igual que con la calefacción y refrigeración interior, cocinar es una actividad en la que los habitantes interactúan significativamente con la casa. Sin siquiera hablar de equipos y tecnologías, el método de cocción en sí tiene la mayor influencia en la demanda de energía. El comportamiento es, de hecho, el factor individual más importante con respecto a la demanda de energía para cocinar.

Por ejemplo, el uso de una tapa al cocinar divide por un factor de 3,8 la demanda de energía para mantener el agua hirviendo (cálculo para 1,5 litros, 190 W en lugar de 720 W Fuente:

INFEL, ENERCO (Alain Gaumann))! Apagar la alimentación en algún momento antes del final del proceso de cocción puede ahorrar cantidades sustanciales de energía. Cocinar u hornear varios platos mientras el equipo aún está caliente también ahorra energía. La cocción al vapor es un método muy eficiente. Algunos productores de hornos ahora ofrecen hornos de vapor. Y, por supuesto, los alimentos crudos no requieren energía para cocinar y mantienen todo el valor nutricional de los alimentos.

4 beneficios de la construcción de bajo consumo energético

4.1 Financiero

A menudo se comenta que la construcción de viviendas de bajo consumo energético cuesta más que las técnicas tradicionales de construcción y, por lo tanto, podría no ser económicamente ventajosa.

Sin embargo, la forma en que se ejecutan los proyectos de construcción varía significativamente, especialmente en la cantidad de trabajo de bricolaje. Observamos que la empresa Scandinavian Homes2 ofrece una casa pasiva estandarizada. La primera casa construida en Irlanda entre el 9 y el 17 de marzo tiene una superficie de 230 m² por un precio de 1 130 e/m².

También debemos tener en cuenta que una etiqueta como MinergieR limita estrictamente los costos adicionales (10% para MinergieR S, 15% para Minergie P) debido a las técnicas especiales de construcción empleadas. El estudio francés 'Construcción duradera' (disponible en www.constructiondurable.com) también ha demostrado que cuanto antes se incluya el parámetro energético en el proyecto, menor será este coste. La asociación HQE en Francia informa un costo adicional de solo el 5% si los parámetros de 'Alta calidad ambiental' se tienen en cuenta con suficiente anticipación.

Vale la pena mencionar nuevamente que, como se explica en 'Los costos y beneficios de los edificios ecológicos: un informe para el grupo de trabajo de construcción sostenible de California', la recuperación de la inversión inicial es relativamente rápida. El ahorro sobre las cargas totales anuales suele alcanzar los 3 e/m²/año, con un incremento del valor del edificio en torno a los 8 e/m². El principal problema sigue siendo que el inversor a menudo no es la misma persona u organización que el usuario.

4.2 Sociales

El mismo estudio 'Costos y beneficios de los edificios ecológicos' analiza los beneficios financieros de las construcciones ecológicas a lo largo de su vida útil. Estos beneficios se desglosan de la siguiente manera: el 11% consiste en ahorros de energía, el 16% consiste en reducciones de cargos y el 70% son ahorros en aumento de productividad y reducciones en costos de salud.

[2www.scanhome.ie/passive.php](http://www.scanhome.ie/passive.php)

Si bien esto muestra claramente la importancia del ahorro de energía, con economías totales que aumentan hasta el 70 %, también existen importantes beneficios secundarios. De hecho, los edificios de bajo consumo energético suelen diseñarse con un procedimiento de calidad total en mente, por lo que los beneficios del ahorro de energía atraen muchos otros beneficios junto con ellos. También es importante señalar que, en el caso de viviendas colectivas, la reducción de las tarifas varía de 1,6 a 3,4 e/m²/año. Este es un punto muy importante para la población de bajos ingresos, quienes se benefician de viviendas de buena calidad a costos más bajos con cargos reducidos en el uso de energía.

4.3 Política

Algunas ciudades y regiones, como Freiburg im Breisgau en Alemania, han implementado un enfoque ambiental completo, siendo la construcción de bajo consumo de energía un elemento del rompecabezas, junto con los elementos de organización urbana, transporte, gestión de residuos, etc.

La idea detrás de este enfoque es que las viviendas son solo una parte de un sistema energético global que implica un desperdicio masivo.

El hecho de que las instituciones políticas hayan asumido la responsabilidad de liderar programas de bajo consumo energético ha limitado los inconvenientes de la incertidumbre y la baja eficiencia financiera en los experimentos iniciales. El éxito de estos programas, que ahora están funcionando bien desde el punto de vista financiero, ha mejorado en gran medida la imagen de estas ciudades y países, mientras que al mismo tiempo ha ayudado a empresas locales innovadoras (como la ahora ampliamente reconocida Solar Fabrik en Freiburg).

5. Conclusión

Desde la Conferencia de Río en 1992 y los Protocolos de Kioto en 1995, muchos se han dado cuenta del problema del calentamiento global. La energía es la causante del 85% de todas las emisiones de gases de efecto invernadero. Se han realizado esfuerzos, pero dos categorías de emisiones siguen aumentando: el transporte y los edificios. La situación energética actual (entre 2000 y 2006, el precio del petróleo se duplicó, el precio del gas natural para particulares aumentó un 34%) refuerza aún más el argumento a favor de la construcción de bajo consumo energético.

También hemos visto que, aunque las tecnologías y el diseño juegan un papel importante, el comportamiento individual también tiene un gran impacto en dos niveles. El primero es sobre la selección de tecnologías, que es siempre el resultado de una elección humana. El segundo es sobre la forma en que se utilizan las tecnologías en el día a día, en la vida real. Por lo tanto, es extremadamente importante, como se menciona en el procedimiento LEED, centrarse en la formación de los habitantes de las casas de bajo consumo energético. Una vivienda de bajo consumo energético con habitantes bien informados puede reducir radicalmente su gasto energético, siendo un ejemplo típico una reducción del 7 al 14 % en el consumo de calefacción por una disminución de 1°C en los ajustes.

La rehabilitación sigue siendo un punto crítico, ya que Europa tiene un gran número de viviendas antiguas, que no son en absoluto eficientes energéticamente. NegaWatt menciona que, solo para Francia, reducir el consumo de energía en cada edificio anterior a 1975 (hay 17 millones de ellos) a 50 kW h/m².y requeriría la modernización de 450 000 edificios (que es el número de edificios propuestos). a la venta anualmente) por año durante 45 años.

Un punto sigue sin estar claro: la capacidad local para construir viviendas de bajo consumo energético, así como la aceptación cultural por parte de la industria de la construcción. Como hemos visto, los materiales y procesos de construcción necesitan mejoras masivas. ¿Qué tan preparadas están las empresas constructoras para aceptar estos cambios en su trabajo hoy? ¿Cómo se pueden adaptar las regulaciones locales para fomentar las mejores prácticas en materia de energía, como se ha hecho con los dispositivos eléctricos en el pasado?

Referencias

- [1] Fanger (1970, Confort térmico, Copenhague)
- [2] Salomon Aubert (Frescura sin aire acondicionado ed. Terre Vivante)
- [3] Consumo de energía en espera misceláneo de electrodomésticos, EU DG XVII
Bruselas, Belgica
- [4] www.construccióndurable.com
- [5] Casa pasiva: www.passiv.de
- [6] Minergie: www.minergie.ch
- [7] LEED: www.usgbc.org/leed