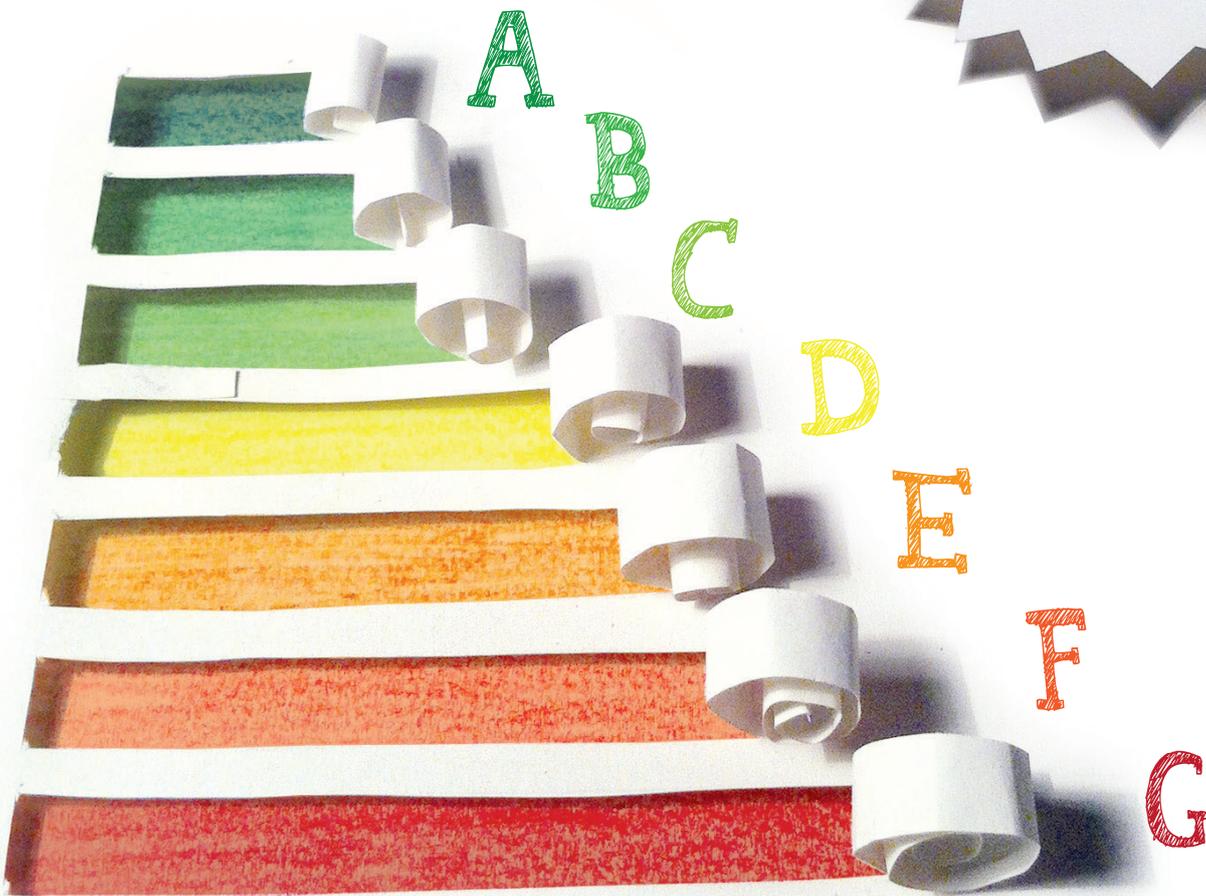




Eficiencia energética



COLEGIO OFICIAL DE
ARQUITECTOS TÉCNICOS
DE CANTABRIA



GOBIERNO
de
CANTABRIA

CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA

Gesvican

Cantabria 2013

Guía para la Eficiencia Energética de Edificios Residenciales

Marta Galindo Paz

Roberto García Rivas

Jaime Pérez Rodríguez



COLEGIO OFICIAL DE
ARQUITECTOS TÉCNICOS
DE CANTABRIA



GOBIERNO
de
CANTABRIA

Giesvican

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. MARCO NORMATIVO

3. CONTEXTOS ENERGÉTICOS

- 3.1. Contexto Energético en España
- 3.2. Contexto Energético en Cantabria
- 3.3. Contexto Energético en el sector residencial

4. OBJETIVO

5. EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS EN CANTABRIA

- 5.1. Aspectos previos. Tipologías a considerar

5.2. Fase de diseño

- 5.2.1. General
- 5.2.2. Envolvente térmica
 - Cerramientos opacos
 - Huecos de fachada
 - Puentes térmicos
- 5.2.3. Particiones interiores
- 5.2.4. Instalaciones

5.3. Fase de ejecución

- 5.3.1. Agentes intervinientes
- 5.3.2. Puntos de control e inspección
 - Envolvente térmica
 - Particiones interiores
 - Instalaciones

5.4. Fase de edificio terminado. Uso y mantenimiento

- 5.4.1. Guía para el uso eficiente de instalaciones y equipos

5.5. Edificios existentes

- 5.5.1. Medidas de mejora
- 5.5.2. Mejora de la envolvente térmica
 - Los muros o cerramientos
 - Las cubiertas
 - Los suelos

- Huecos de fachada
- 5.5.3. Mejora de Instalaciones y equipos
- Cambio de calderas
 - Aporte energético de renovables

ANEXO1. TERMINOLOGÍA

ANEXO2. APLICACIÓN DE MEDIDAS DE MEJORA A VIVIENDA EXISTENTE

ANEXO 3. BIBLIOGRAFÍA

ANEXO 4. ENLACES DE INTERÉS

1. INTRODUCCIÓN

El 11 de Diciembre de 1997 se aprobó el Protocolo de Kioto sobre el cambio climático que entro en vigor el 16 de Febrero de 2005. Se trata de un protocolo de la **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (C.M.N.U.C.C.)**. Un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de **seis gases de efecto invernadero** que causan el calentamiento global: dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), además de tres gases industriales fluorados: Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF₆).

El objetivo de este protocolo es disminuir la dependencia internacional del consumo de combustibles fósiles. La combustión de éstos genera grandes emisiones de gases nocivos. Al disminuir estos consumos se deben ir paulatinamente sustituyendo por las energías limpias y renovables. Esto genera grandes discrepancias entre países desarrollados y países en desarrollo, que con una reducción de sus emisiones de CO₂ verían mermadas sus expectativas de desarrollo.

La Unión Europea, como agente especialmente activo en la concreción del Protocolo, se comprometió a reducir sus emisiones totales medias durante el periodo 2008-2012 en un 8% respecto de las de 1990. No obstante, a cada país se le otorgó un margen distinto en función de diversas variables económicas y medioambientales según el principio de «reparto de la carga». De esta manera la distribución se acordó de la siguiente manera: Alemania (-21%), Austria (-13%), Bélgica (-7,5%), Dinamarca (-21%), Italia (-6,5%), Luxemburgo (-28%), Países Bajos (-6%), Reino Unido (-12,5%), Finlandia (-2,6%), Francia (-1,9%), España (+15%), Grecia (+25%), Irlanda (+13%), Portugal (+27%) y Suecia (+4%). Los países con menos carga industrial podían incrementar sus emisiones para no ver reducida su capacidad de desarrollo.

Este reparto no tiene en cuenta a los dos sectores que, con diferencia, más G.E.I. (Gases de Efecto Invernadero) emiten, denominados difusos: El consumo en el transporte y el consumo en el sector residencial.

Con éstos antecedentes, la Unión Europea centra sus esfuerzos en la eficiencia energética en el sector residencial, ya que es un nicho muy importante de emisiones de G.E.I. susceptible de ser reducidas con relativa facilidad. Para ello se han desarrollado diferentes directivas europeas en relación a las energías renovables y más en concreto a las utilizadas en el sector de la edificación.

En España los primeros pasos en este sector se dieron al incluir un porcentaje de energías renovables en el consumo final de los edificios. Implementando sistemas como paneles solares térmicos para el apoyo a la producción de

ACS, paneles solares fotovoltaicos para el apoyo al consumo de energía eléctrica, pasando por energía mini-eólica, geotérmica etc. Todo ello regulado mediante su correspondiente normativa estatal y autonómica y bajo las directrices del Código Técnico de la Edificación, de obligatorio cumplimiento desde el año 2007.

Desde este año 2007 se están desarrollando nuevas Directivas Europeas que cuentan en España con sus respectivas trasposiciones en forma de Reales Decretos.

Su fin es poner en valor los esfuerzos realizados en este campo y a su vez tener conocimiento del grado de eficiencia energética que posee el parque inmobiliario.

En España se ha desarrollado la denominada etiqueta energética, que es un distintivo en el que se acredita la eficiencia energética de un inmueble atendiendo a su consumo energético y a sus emisiones de CO₂ por metro cuadrado.

Por otra parte, la situación de crisis en el sector, unida al estado del parque de edificios residenciales, ha propiciado que se quieran centrar los esfuerzos en la rehabilitación de los edificios existentes. Así se desprende del Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria, y la regeneración y renovación urbana, 2013-2016. Este plan prevé subvenciones para los edificios más eficientes energéticamente y que demostrarán tal condición mediante su etiqueta energética. Estas subvenciones, unidas a los previsibles ahorros en la factura debidos a las mejoras energéticas, hacen que se estime elevado el número de viviendas que se acogerán a estas medidas en el futuro.

La importancia de la eficiencia energética se manifiesta en la cantidad de campos en los que interfiere y en la influencia de los mismos en la sociedad. A saber:

- Ahorros económicos: El consumo eficiente de la energía provoca una disminución significativa de las facturas de luz o gas, con el ahorro monetario que ello conlleva.
- Ventajas medioambientales: Cualquier disminución de consumo conlleva la reducción de emisiones para la creación de esta energía, consiguiendo beneficios medioambientales. La energía más limpia es la que no se consume.
- Cumplimiento de la normativa europea: España ha sido multada anteriormente por no cumplir los plazos que marca la legislación de la

eficiencia energética de los edificios, con la nueva legislación se impedirá que las multas se repitan en el futuro.

- Generación de empleo: Para cumplir con los objetivos marcados por la Unión Europea España debería rehabilitar una media de 400.000 viviendas al año hasta 2050, esto conllevaría la creación de 150.000 empleos, una gran parte de los cuales serían estables y cualificados.
- Mejora de la posición estratégica en materia de energía: Reduciendo las demandas se consigue que la dependencia de la energía proveniente del exterior se rebaje, mejorando la situación actual.
- Mejora del confort de los usuarios: La eficiencia energética de las viviendas revierte en la mejora de su utilización, pues un hogar rehabilitado energéticamente es más agradable a la hora de conservar el calor, mejorando su habitabilidad. Esta es la única de las ventajas que no es ponderable, sino que se basa en la experiencia de cada habitante.
- Estimación de la situación del parque inmobiliario: Conociendo cual es la calificación y el comportamiento energético de los edificios en Cantabria puede estimarse cuál es la mejor manera de intervenir sobre las edificaciones de manera global para mejorar su estado.

2. MARCO NORMATIVO

La Exposición de Motivos del **Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación**, dice lo siguiente "El Código Técnico de la Edificación da cumplimiento a los requisitos básicos de la edificación establecidos en la **Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación**, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad, la sostenibilidad de la edificación y la protección del medio ambiente".

Entre los desarrollos del Código Técnico de la Edificación, se encuentra la regulación referente a las Instalaciones Térmicas de los Edificios, **RITE**, que transpone parcialmente la Directiva 2002/91/CE. Fija los requisitos mínimos de eficiencia energética que deben cumplir las instalaciones térmicas de los edificios nuevos y existentes, así como un procedimiento de inspección periódica de calderas y de equipos de refrigeración. La referencia normativa es el **RD 1027/2007, de 20 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios**.

También en el año 2007 se aprobó el **Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción**. Transpone las exigencias relativas a la certificación energética de edificios establecidas en la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, quedando pendiente que mediante una disposición complementaria se regulase la de los existentes.

La Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, ha sido modificada mediante la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios. Por tanto se ha optado por realizar una nueva transposición que complete y derogue el Real decreto 47/2007 introduciendo así en la norma a los edificios existentes. Se trata del **Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios**.

Paralelamente a éste Real Decreto se ha aprobado el **Real Decreto 233/2013, de 5 de abril, por el que se regula el Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria, y la regeneración y renovación urbana, 2013-2016**. Su objetivo, a diferencia de anteriores planes, y dado el alto stock de vivienda sin vender existente en nuestro país debido a la reciente crisis del sector, es promover el alquiler y la rehabilitación, mantenimiento y conservación del parque inmobiliario ya construido, incentivando a las rehabilitaciones más energéticamente eficientes.

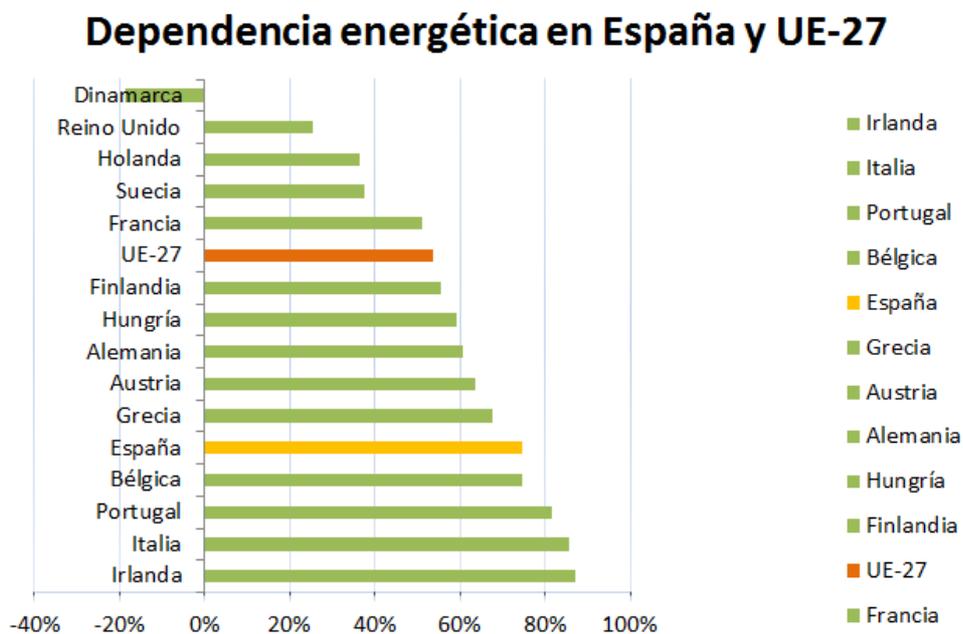
En el contexto regional, y con el fin de establecer un control sobre los certificados de eficiencia energética de los edificios, se publicó por parte de la Consejería de Innovación, Industria, Turismo y Comercio la **Orden INN/16/2013, de 27 de mayo, por la que se regula el registro de certificaciones de eficiencia energética de los edificios de la Comunidad Autónoma de Cantabria.**

3. CONTEXTOS ENERGÉTICOS

3.1 Contexto energético en España

España ha visto limitado históricamente su crecimiento económico y capacidad de desarrollo por la pobreza de recursos energéticos. Esta carencia se ha traducido en una situación de déficit energético y total dependencia del exterior. Lo que supone riesgos inflacionistas y desequilibrios macroeconómicos en escenarios de precios al alza del crudo.

Dependencia energética de España y de la UE-27:

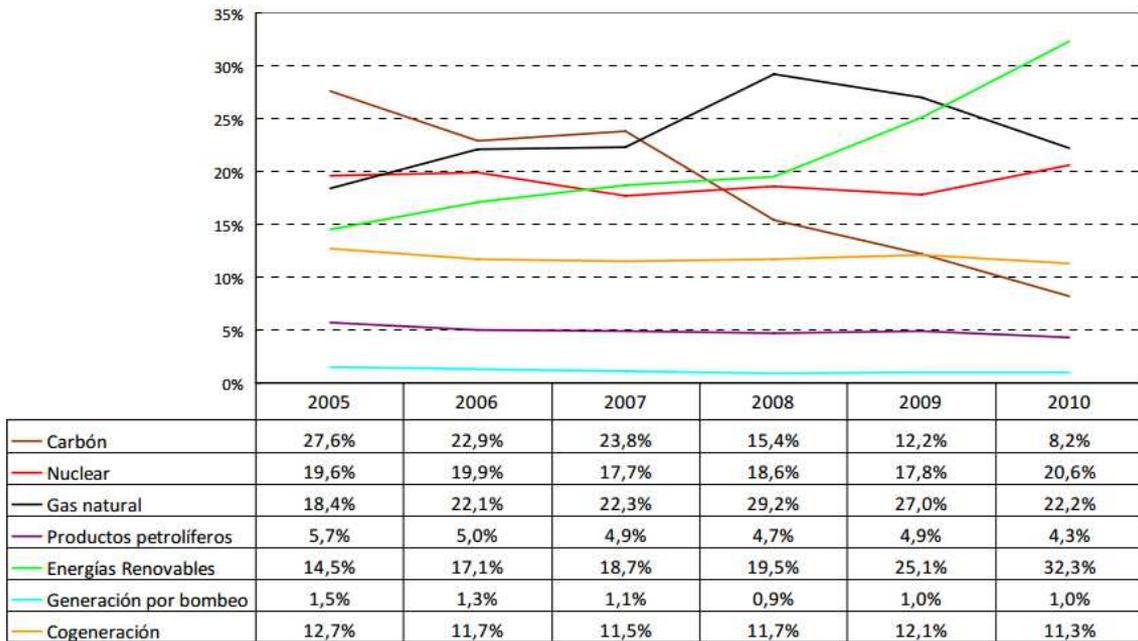


Fuente: IDAE. Elaboración propia.

Como se aprecia en la imagen, España es el quinto país de la Unión Europea más dependiente energéticamente, ya que importa el 75% de la energía que consume, una cifra muy superior a la media europea que se sitúa en el 50%.

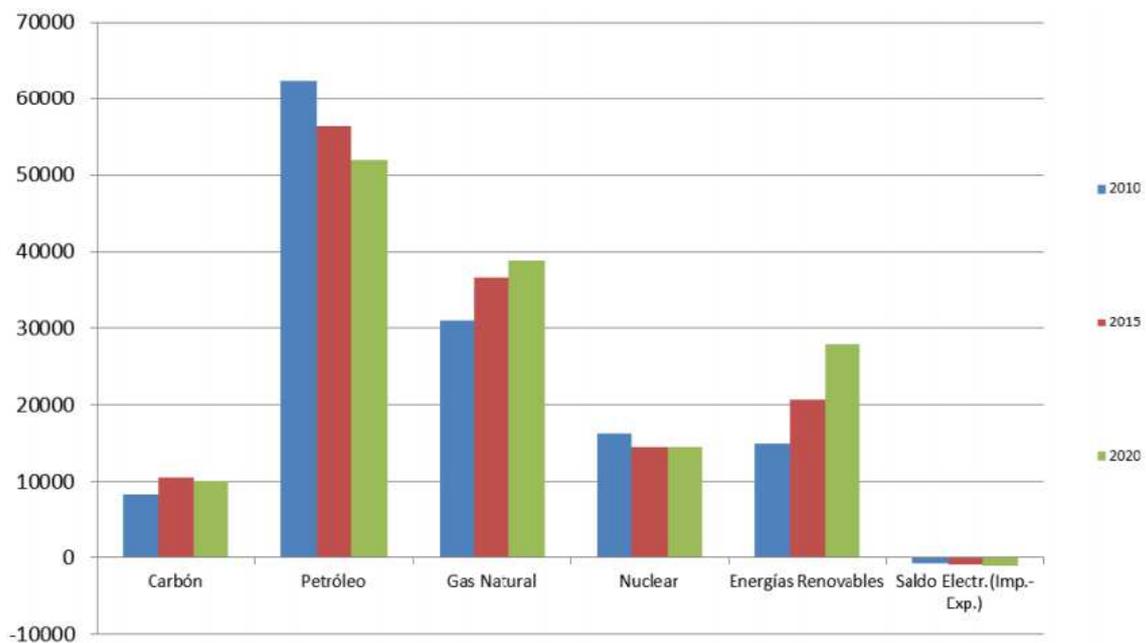
A partir del año 2005 las políticas de energías renovables y de eficiencia energética consiguen que el grado de autoabastecimiento se incremente. Es necesario aclarar que parte del aumento del grado de autoabastecimiento se debe a la disminución del consumo propiciada por la coyuntura económica a partir de 2007. Esto se debe a que si se consume menos y se genera la misma energía el grado de autoabastecimiento crece, por eso no se puede achacar toda la mejora únicamente al uso de las renovables.

GUÍA PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS RESIDENCIALES



Fuente: PEE.

No obstante se hace necesario desvincular el crecimiento económico del aumento del consumo de la energía. A continuación se muestra una tabla que recoge las previsiones de consumo de energía primaria en Ktep (Kilotoneladas equivalentes de petróleo) por fuentes hasta el año 2020.



Fuente: PEE.

La disminución prevista en consumo de petróleo y carbón, se compensa con el aumento del gas natural y las energías renovables, mientras que la energía nuclear se mantiene. Esto se debe en parte al compromiso establecido en el plan europeo 20/20/20 de aumentar la producción de renovables en un 20% para el año 2020.

Unido a la necesidad de disminuir el consumo y las emisiones en un 20% también para el año 2020, hace que los esfuerzos realizados anteriormente en los sectores del transporte y la industria se vean ampliados hacia otros sectores con elevados niveles de consumo.

3.2 Contexto energético en Cantabria

El plan de sostenibilidad energética de Cantabria 2011-2020, en fase de tramitación, se pone de manifiesto el déficit energético de esta comunidad.

Estima un consumo anual de energía eléctrica de 5.405 GWh y una generación neta de 2.392 GWh, lo que arroja un déficit de generación de 3.013 GWh. Esto representa que un 63,2 % del consumo es producido fuera de Cantabria. Con las consiguientes pérdidas para la economía de la región.

El plan prevé para 2020 un incremento de la demanda bajo consumo del 26%, por lo que el déficit de generación aumentaría al 70,8 %.

Este plan pone de manifiesto que parte de los objetivos de disminución de consumo de energía primaria se basan en la creación de una cultura social de ahorro energético y sostenibilidad. Este objetivo es la base de este trabajo.

3.3 Contexto energético en el sector residencial

A nivel europeo España es uno de los países con el consumo de energía más bajo en el sector residencial. Esto se debe a las bondades de su clima frente al del resto de países de la UE.

El consumo de los hogares supone un 17% de la energía consumida a nivel nacional. Lo que pone de manifiesto la necesidad de minimizar el consumo de las viviendas españolas.

A raíz de la importancia de bajar los consumos surge la necesidad de conocer el comportamiento energético del parque edificatorio. Lo que deriva en la aparición de la certificación energética de edificios.

Inicialmente en base al R.D. 47/2007, de certificación energética de edificios, y posteriormente con el R.D. 235/2013, que deroga al anterior, se establece una escala para conocerla eficiencia energética de las edificaciones. Esta escala

califica a los edificios desde la letra “A”, más eficiente, hasta la “G”, menos eficiente, en función de su consumo estimado y de la cantidad de CO2 que arroje a la atmósfera.



Esta calificación se refleja en la etiqueta de calificación energética de edificios.

Esta etiqueta es de aportación obligatoria en el caso de ventas o arrendamientos de viviendas a partir del 1 de Junio de 2013.

De esta manera se consigue:

- Conocer el comportamiento energético de los edificios ya construidos para valorar la necesidad y/o forma de actuar en las rehabilitaciones.

- Hacer que la eficiencia energética sea un factor determinante a la hora de comprar o alquilar una vivienda. De esta manera una buena calificación energética se convierte en un

discriminante positivo. Si se implica tanto a demandantes como a ofertantes se conseguirá que este campo de la edificación alcance la importancia necesaria.

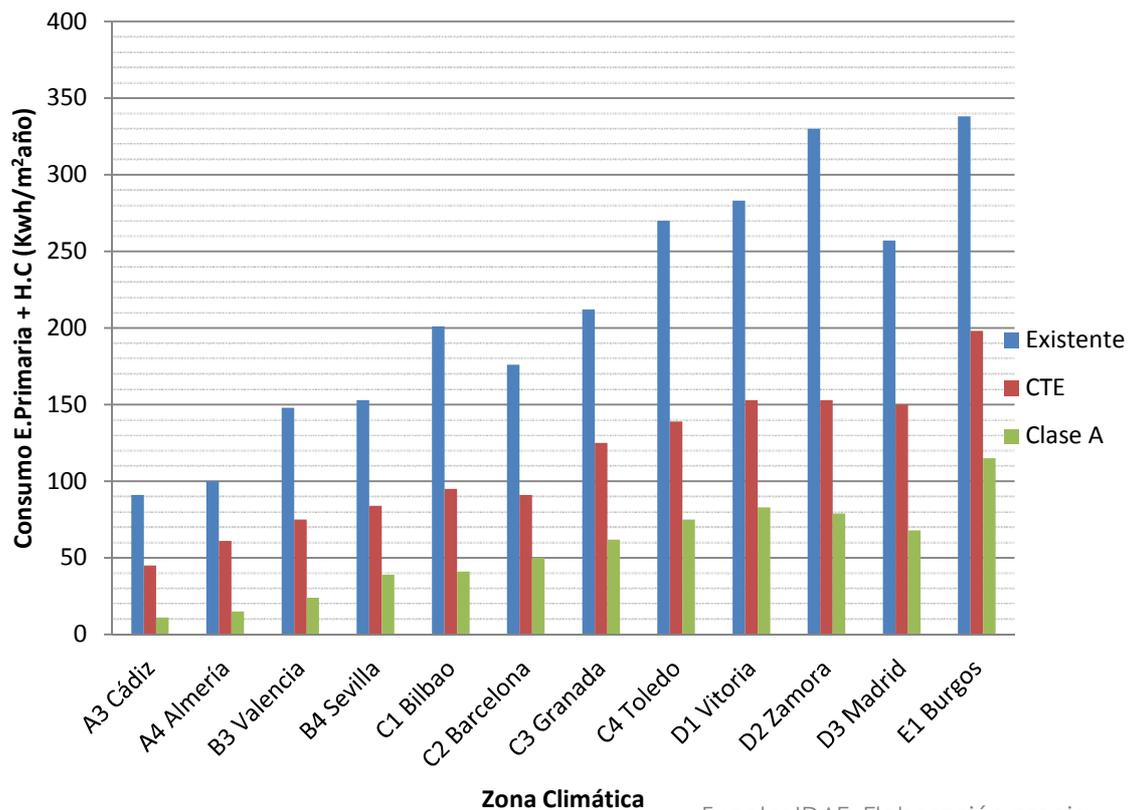
La calificación energética tiene en cuenta las principales fuentes de consumo de la vivienda.

*“Eficiencia energética de un edificio: consumo de energía, calculado o medido, que se estima necesario para satisfacer la demanda energética del edificio en unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación, que incluirá, entre otras cosas, la energía consumida en calefacción, la refrigeración, la ventilación y la producción de agua caliente “, según el **Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.***

GUÍA PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS RESIDENCIALES

Cabe destacar que en edificación residencial, la eficiencia energética en iluminación no mejora la calificación energética.

Actuando sobre las diferentes demandas puede conseguirse una reducción importante del consumo. El siguiente grafico muestra las diferencias conseguidas entre el consumo de calefacción y refrigeración de un edificio antiguo anterior a la exigencia básica del CTE (2007), uno que cumpla con estos requerimientos mínimos y uno en el grado más alto de eficiencia de esta escala. Todo ello en función de las diferentes zonas climáticas:



Fuente: IDAE. Elaboración propia.

Lo que pone de manifiesto la importancia de una buena clasificación climática a la hora de analizar los consumos.

4. OBJETIVO

Esta guía nace de la necesidad de poner en valor la eficiencia energética de los edificios, que viene marcada por su Certificado de Eficiencia Energética. Para ello se estima necesaria una concienciación de los usuarios respecto a los beneficios que aporta la reducción de los consumos de energía, no solo a nivel individual sino también a nivel colectivo.

La eficiencia energética de los edificios no consiste en reducir el nivel de confort de las viviendas sino en mantenerlo, o incluso aumentarlo, con una reducción en los consumos de energía. A partir de aquí se pretende explicar cuál es la situación energética actual de los edificios y cómo se puede mejorar, basándose principalmente en tres fases o estados del proceso edificatorio:

- ❖ En la fase de proyecto y diseño mediante la implantación de sistemas constructivos y equipos que maximicen la eficiencia energética.
- ❖ En la fase de ejecución de los edificios, dónde será vital la labor de los técnicos que se aseguren de la correcta ejecución de las especificaciones del proyecto así como de la idoneidad de los materiales empleados.
- ❖ En la fase de edificio terminado, donde será imprescindible por parte de los usuarios hacer un correcto uso del edificio y de sus instalaciones para alcanzar los niveles de eficiencia para los que fueron proyectados.
- ❖ En los edificios existentes. Se pretende dar a conocer a los propietarios de inmuebles de una cierta antigüedad o con baja eficiencia energética, las posibilidades disponibles para su mejora así como la repercusión que estas conllevan en los consumos y en las emisiones de CO₂.

El objetivo es concienciar a las personas sobre la gran importancia de consumir solo la cantidad de energía necesaria y del papel que juega el sector residencial en el consumo global de energía.

“La energía más barata y limpia es aquella que no se consume.”

5. EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS EN CANTABRIA

5.1. Aspectos previos: Tipologías a considerar

La clasificación de los diferentes usos que se les da a las edificaciones condiciona su funcionamiento, ya que no tienen igual consumo de energía ni forma de utilización. Por ejemplo, no son comparables los consumos ni los horarios de una vivienda unifamiliar frente a los de una fábrica de fundición. Por este motivo se hace la siguiente clasificación en cuanto a su uso, basada en la clasificación del DB-SUA del CTE.

- Uso Residencial. Edificio o zona destinada a alojamiento permanente, cualquiera que sea el tipo de edificio: vivienda unifamiliar, edificio de pisos o de apartamentos, etc.
- Uso Residencial público. Edificio o establecimiento destinado a proporcionar alojamiento temporal, que puede disponer de servicios comunes, tales como limpieza, comedor, lavandería, locales para reuniones y espectáculos, deportes, etc. Incluye a los hoteles, hostales, residencias, pensiones, apartamentos turísticos...
- Uso Administrativo. Edificio, establecimiento o zona en el que se desarrollan actividades de gestión o de servicios en cualquiera de sus modalidades, como por ejemplo, centros de la administración pública.
- Uso Aparcamiento. Edificio destinado a estacionamiento de vehículos pudiendo incluir las zonas dedicadas a revisiones tales como lavado, puesta a punto, montaje de accesorios, comprobación de neumáticos y faros,...
- Uso Comercial. Edificio o establecimiento cuya actividad principal es la venta de productos directamente al público.
- Uso industrial:
 - Pequeño y Mediano Terciario. Edificaciones de uso industrial a pequeña y mediana escala.
 - Gran terciario. Edificaciones de uso industrial a gran escala, pudiendo contener grandes ventiladores, equipos de bombeo, torres de refrigeración. Su fundamental diferencia con los pequeños terciarios son las instalaciones de las que dispone.
- Uso Sanitario. Edificio o zona cuyo uso incluye hospitales, centros de salud, residencias geriátricas, consultorios, centros de análisis clínicos, ambulatorios, etc.
- Uso Docente. Edificio, establecimiento o zona destinada a docencia, en cualquiera de sus niveles: escuelas infantiles, centros de enseñanza primaria, secundaria, universitaria o formación profesional.

Este documento se dedicara en su mayoría al estudio y mejora de la eficiencia energética de las edificaciones de uso residencial. Entendiendo que este

estudio del uso residencial puede ser una buena base para futuros estudios de otro tipo de edificaciones.

También se tendrá en cuenta que, especialmente en el campo de la rehabilitación, no todos los defectos afectan por igual a la eficiencia energética de un edificio. Por ejemplo la clasificación energética de un edificio no se verá condicionada en el mismo grado por un defecto del aislamiento de toda la envolvente que por un puente térmico en el hueco de una ventana.

A continuación se dividirán las diferentes fases y procesos por los que pasa un edificio indicando las actuaciones que pueden aumentar la eficiencia energética en cada una de ellas.

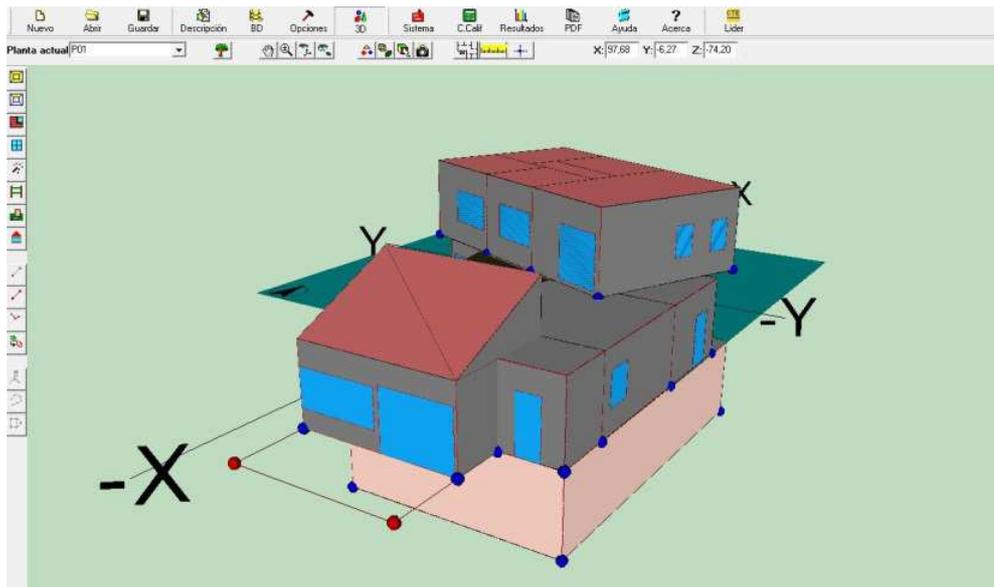
5.2 Fase de diseño



5.2. Fase de diseño

Para obtener la certificación energética en fase de proyecto se puede utilizar la opción general de la Secretaría de Estado de la Energía, perteneciente al Ministerio de Industria. Esta opción general es el programa CalenerVyP

<http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/ProgramaCalener/Paginas/DocumentosReconocidos.aspx>



Calificación Energética



En este programa se ha de introducir la geometría completa del edificio, incluyendo la definición de todos sus componentes y la descripción completa del funcionamiento de las instalaciones térmicas. De esta manera se consigue la certificación energética más precisa, pues este es el programa de referencia autorizado por el Ministerio de Industria.

También está permitido el uso del programa simplificado CERMA <http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/Paginas/Procedimientosimplificadosparaedificiosdeviviendas.aspx>, donde la introducción de datos es más sencilla, si bien la precisión de la calificación es algo menor.

ACS Global
 Demanda ACS 737 litros/día , aporte solar mínimo según CTE 60 (%)
 Temp. media agua red 13,6 (°C) , aporte solar de la instalación 70 (%)

Generales

Suelo habitable (m2)	Suelo acondicionado ACS (m2)	Suelo acondicionado en calefacción (m2) (con equipos)	Suelo acondicionado en refrigeración (m2) (con equipos)
1116,50	1116,50	1116,50	0,00

 Suelo acondicionado por servicio ACS+Calefacción: 1116,50

Servicio
 Nombre: ACS+Caldef
 Tipo de servicio: Calefacción + Refrigeración, Refrigeración, ACS, ACS + Calefacción

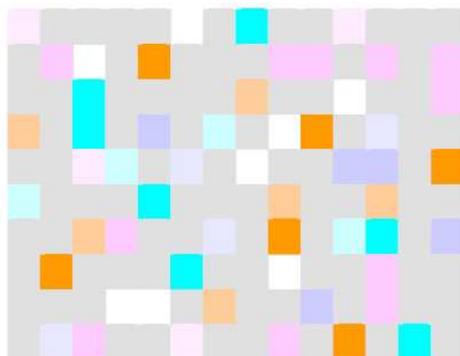
Equipos Mixto de ACS + Calefacción
 Nº equipos: 1
 Multizona por agua (radiadores)
 Tipo de caldera: Caldera baja temperatura, Caldera condensación, Caldera de biomasa, Caldera convencional, Bomba calor aire-agua, Caldera eléctrica
 Tipo combustible: Gas Natural, Gasóleo, Fuel-oil, GLP, Carbón
 Temp. Impulsión ACS (°C) Calef.(°C): 60 60
 Acumulación: Con, Sin
 Volumen UA (W/K) (litros): 1000 1,00
 Temp. consigna alta (°C) baja (°C): 70 60
 Datos de cada caldera: Pot. calorífica nominal (kW) 121,00, Rendimiento nominal (%) 90

Sistemas
 Edificio
 ACS+Caldef 1116,50/1116,50/--
 1 Cal.conven. 121 kW GasNatural 90%

Servicios **Equipos**

Condiciones nominales equipos
 Equivalencia prestaciones nominales, prestaciones estacionales

Una tercera vía reconocida por el Ministerio de Industria es la opción simplificada:



PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO PARA CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS DE VIVIENDA



<http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/Paginas/Procedimientosimplificadosdecar%C3%A1cterprescriptivoparaedificiosdeviviendas.aspx>, de carácter prescriptivo. Esta vía consiste en rellenar una tabla con los datos básicos para estimar una certificación **limitada a las dos letras de menor categoría D y E**. El procedimiento Ce2 es una aplicación que permite rellenar este documento.

Es labor del técnico competente elegir el sistema de certificación adecuado y calcular la misma.

El diseño de un edificio es el condicionante fundamental para que el comportamiento de un edificio sea el idóneo. Las decisiones tomadas en esta fase serán trascendentales a la hora de obtener una buena calificación energética.

Conocer cómo afecta cada uno de los aspectos al resultado final es el objetivo de esta guía.

Algunos de los factores son propios del solar y su localización, es importante conocer como estos aspectos condicionan el diseño y la eficiencia del propio edificio.

5.2.1. General

- Zona climática: El principal condicionante para evaluar la eficiencia energética de un edificio es el clima al que está sometido. Por ejemplo dos edificios idénticos situados uno en Sevilla y otro en Burgos tienen comportamientos completamente diferentes. Esto se debe a que para uno el gasto energético más importante es la refrigeración en verano, mientras que para otro es la calefacción en invierno.

Por esto ajustar la zona climática en la que se encuentra el edificio se convierte en fundamental para poder realizar los cálculos adecuadamente.

Las diferentes zonas climáticas se encuentran en el Apéndice D del DB-HE1, en el que a través de la tabla D.1 conociendo la altura respecto de la capital de provincia pertinente conoceremos la zona a la que pertenece nuestra edificación.

- Orientación del edificio: Dentro de una misma zona climática también es muy importante conocer si el edificio cuenta con fachadas al sur, donde la influencia del sol es mayor, al este o al oeste, donde es menor, o al norte, donde es nula.

La orientación de las diferentes caras de un edificio es fundamental a la hora de estudiar su comportamiento en función de las necesidades de la construcción. Especial importancia tiene la fachada sur, que ofrece dos maneras diferentes de funcionar en cuanto al uso de la luz del sol, ya que se puede aprovechar en invierno para que caliente las estancias, mientras que en verano hay que evitar que aporte un calor excesivo.

En la fase de diseño el proyectista debe tratar de aprovechar las diferentes condiciones de las orientaciones para las necesidades de

cada estancia. Por ejemplo, puede ser interesante colocar un salón, estancia muy utilizada, en la parte sur para que se caliente y en la parte norte, menos halagüeña, una estancia menos usada como un aseo. Además de la influencia del sol también es importante tener en cuenta la orientación de las estancias a la hora de facilitar la ventilación cruzada de los espacios habitables.

- Superficie útil: Para conocer el gasto en climatización se ha de partir de la superficie a climatizar. Cuanto menor sea esta superficie menor será el gasto energético.
Esto no quiere decir que las estancias deban ser mínimas, sino que lo interesante es reducir superficies accesorias como por ejemplo los pasillos demasiado largos.
- Altura libre de plantas: Cuando se calefacta una vivienda con radiadores el aire caliente generado por los equipos tiende a subir por diferencia de densidad con el aire frío. Para conseguir que se caliente toda la estancia primero hay que calentar el techo, y cuando ese aire vaya subiendo de temperatura empezaran a calentarse estratos más bajos de aire.
Por esta razón siempre será más fácil calentar una habitación de 2,20 m de altura que una de 3 m.
Pero esta corriente de convección creada por la diferencia de temperatura entre diferentes capas de aire se puede aprovechar. En ello se basan el suelo radiante, que calientan la superficie del suelo, de manera que el aire caliente va subiendo desde abajo hasta enfriarse, consiguiendo así que el calor se mantenga en la zona habitable.
- Proyección de sombras de elementos remotos: El comportamiento energético de una construcción no está condicionada exclusivamente a factores endógenos, sino que se ve influenciada por factores exógenos a la misma como las sombras de otras edificaciones.
Si para minimizar el gasto en calefacción de un edificio se han proyectado grandes ventanales al sur para facilitar la entrada del sol en invierno, y resulta que en esa acera frente a la edificación hay un bloque de pisos de 20 plantas el gasto que se pretendía ahorrar se ha convertido en un despilfarro.

5.2.2. Envoltente Térmica

Puede considerarse que el ser humano se protege de las inclemencias meteorológicas con tres capas de "pieles".

La primera de ellas es el propio tejido corporal que lo protege de manera natural.

La segunda es la ropa, que las personas ajustan en función de las diferentes estaciones y momentos meteorológicos.

La tercera capa es la que nos atañe en esta guía, el edificio donde nos encontramos.

Por envoltente térmica podemos entender que es el abrigo que ofrece la construcción. Cuanto mayor sea el aislamiento térmico de la construcción, mayor será el abrigo que esta ofrezca, y por tanto menor será la pérdida en climatización.

Este aislamiento térmico se define utilizando cada una de las capas que componen cada una de las partes de la envoltente térmica. Conociendo el espesor y la transmitancia de cada una de las capas se puede conocer el total de cada cerramiento.

El principal interés de este abrigo es que la protección que ofrezca sea la mayor posible en invierno, como un buen jersey, y no una ligera para salir del paso como una camiseta de verano.

Cerramientos opacos: Es la principal parte de la envoltente térmica, ya que generalmente es la de mayor superficie. Además es en la que mayor aislamiento se puede conseguir.

- Suelos: Es una parte con una superficie relativamente pequeña de la envoltente, pero su importancia radica en que está en contacto con el terreno, que generalmente se encuentra a una temperatura constante bastante por debajo de la temperatura de confort de la vivienda. Consiguiendo aislar térmicamente el suelo de la vivienda del terreno evitamos gastar energía para calentar el terreno.
- Fachadas según orientación/Tipología: La parte ciega de la fachada suele ser la parte del edificio con mayor superficie en contacto con el ambiente exterior, por lo que es la más propensa a la pérdida de energía. De igual manera es la parte en la que se puede conseguir un mayor aislamiento, ya que existen multitud de soluciones eficientes.

El tratamiento que se le da a cada fachada será diferente en función de sus características. Según su orientación puede ser interesante ejecutar diferentes soluciones, como usar colores claros en una sur para que no se caliente demasiado en verano o pintar de negro una oeste para que el poco sol que recibe en invierno sea más aprovechado.

- **Cubiertas:** La importancia de la cubierta radica en que cuando se calienta el aire de un edificio se crea una corriente convectiva que impulsa este aire caliente hacia la parte superior. Por lo tanto es la parte superior del edificio la encargada de que esta bolsa de aire calefactada no se pierda.

Además la cubierta es la parte del edificio más expuesta a la intemperie y está sometida a los mayores gradientes térmicos, pues durante el día recibe todas las horas de sol.

Huecos de fachada: La importancia de los huecos radica en que tiene diferente funcionalidad a lo largo del año. Por una parte se puede aprovechar el calor que entra para calefactar la vivienda en invierno. En cambio durante el verano podría ser interesante evitar la entrada del sol para no sobrecalentar la estancia.

Para calcular los huecos de una fachada es importante definir tanto sus componentes como su correcta situación y colocación. A continuación se hablara de estas partes en el siguiente orden:

-Vidriería

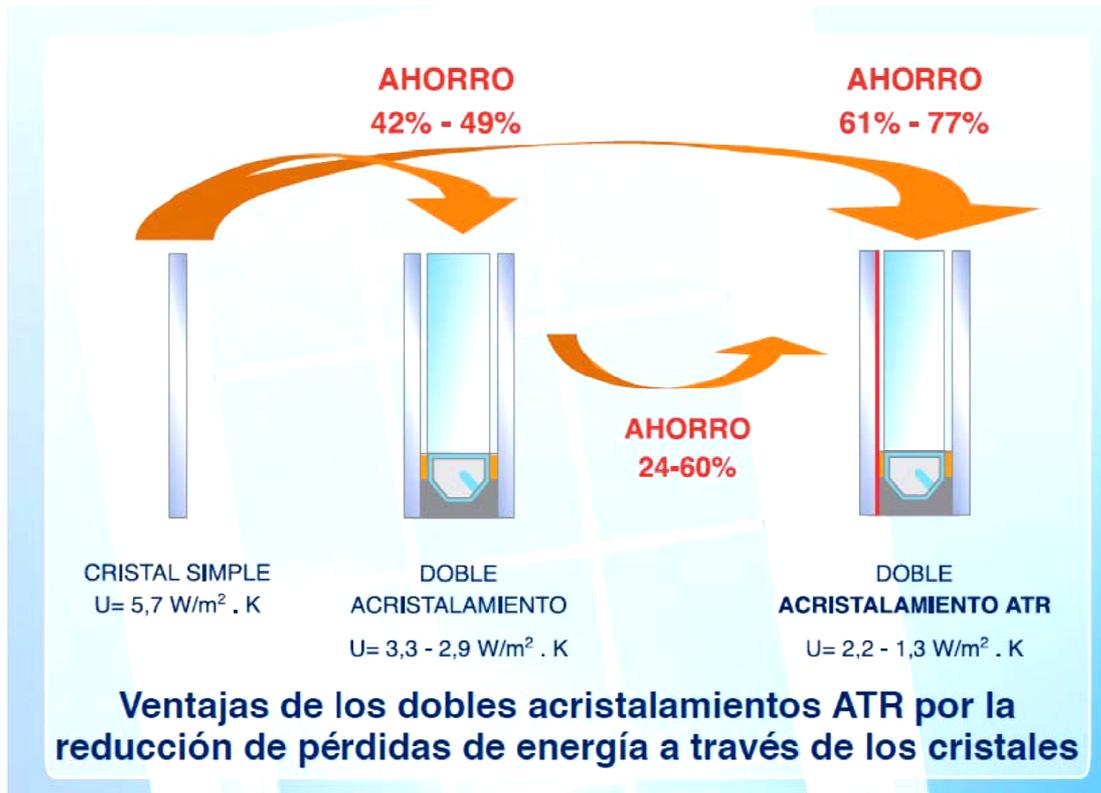
-Carpintería

-Elementos de sombreado

Vidriería:

La parte de mayor superficie de un hueco está ocupada por la vidriería, por lo tanto elegir un buen vidrio minorara sensiblemente la pérdida de calor de los huecos de fachada.

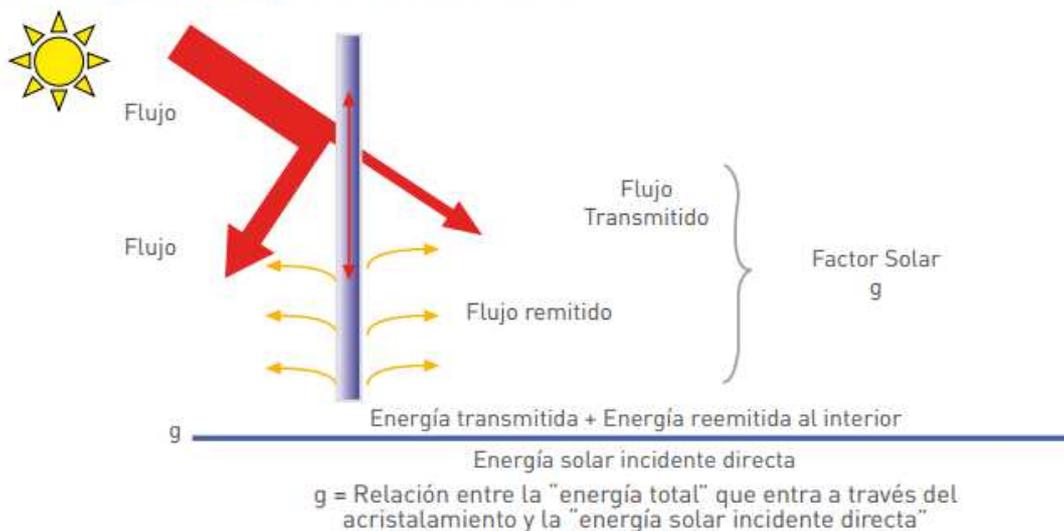
La calidad del vidrio depende de manera fundamental de si hay una sola capa de vidrio, hay dos o de si estos son de aislamiento térmico reforzado (ATR)



Fuente: IDAE

Debido a las características del hueco puede ser interesante, además de dotarle de aislamiento térmico reforzado, evitar que la entrada del sol sea excesiva colocando vidrios de control solar. De esta manera se evita que una pequeña estancia orientada al sur se sobrecaliente en verano.

Funcionamiento de un vidrio de control solar



Fuente: IDAE

Carpintería:

De nada sirve un buen vidrio si el marco donde se encuentra no es adecuado. La parte del marco también es fundamental para el correcto funcionamiento del hueco. Colocando una carpintería con rotura de puente térmico se evita que el calor aprovechado por el vidrio se pierda por el marco.

En la fase de diseño se elige el color del marco, que además de la estética del edificio condicionara la absorptividad del mismo.

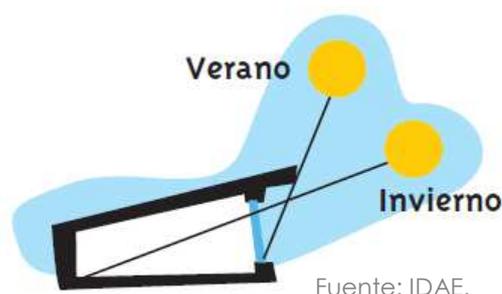
Seleccionada la carpintería hay que tener en cuenta su colocación. Aquí lo más importante es que su aislamiento enlace con el del cerramiento, para no crear un puente térmico por donde entre el frío.

Elementos de sombreado:



Ya que las ventanas están muy condicionadas por la influencia directa del sol hay que tener en cuenta cual es la cantidad de sombras que recibirán procedentes de la propia edificación. Para esto influyen tanto el retranqueo de la ventana en la propia pared, como las medidas de arquitectura pasiva. Mediante estas se consigue un sombreado óptimo para diferentes solicitaciones. Un ejemplo para evitar la

entrada directa del sol son los toldos o las lamas.



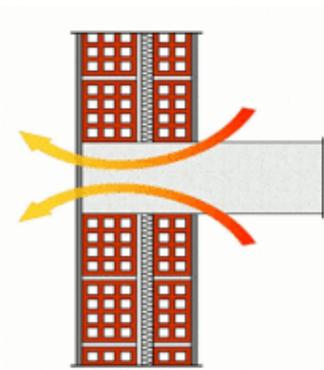
En este campo toma especial relevancia el uso de voladizos. Esta solución es muy empleada ya que permite la entrada de sol en invierno, donde el sol está más alejado de su cenit. En cambio en verano los rayos de sol son más verticales y se consigue una agradable sombra.

Vista la importancia del diseño y definición de la carpintería cabe resaltar el uso de los lucernarios, carpinterías situadas en la cubierta. Debido a su ubicación su definición será más trascendente, pues al estar en cubierta la pérdida de calor puede ser mayor y la entrada del sol puede ser continua a lo largo del día.

El diseño de huecos debe además tener en cuenta que cuanto mayor sea la presencia de luz natural en una estancia menor será el consumo energético

necesario para iluminarla durante el día. Si bien es necesario aclarar que la iluminación es un parámetro que no afecta en nada a la calificación energética del proyecto.

Puentes Térmicos: Definida satisfactoriamente la envolvente de un edificio se consigue que su comportamiento con relación al exterior sea adecuado. Pero no hay que olvidar que el de edificación es un proceso complejo donde se encuentran multitud de subprocesos diferentes. Esto puede afectar al comportamiento térmico de un edificio, ya que aparecen determinados puntos singulares que pueden comprometer a la envolvente de la construcción.



Los puntos singulares son los denominados puentes térmicos; lugares donde la construcción no es homogénea, y por lo tanto su transmitancia no es la misma que en el resto del edificio.

El diseño y la ejecución de estos puntos son trascendentales ya que de su correcta ejecución depende no solo el comportamiento térmico sino también la posible aparición de patologías debido a esta misma discontinuidad.

Estos puentes térmicos se dan generalmente donde la colocación del aislamiento está comprometida por otros elementos edificatorios. Los más comunes son los encuentros de los cerramientos con los pilares, que deben quedar revestidos de aislamiento, y los contornos de los huecos y cajas de persiana, que deben ser correctamente diseñados y ejecutados para evitar problemas.

También es muy habitual en el encuentro de la fachada con el forjado, la cubierta o el suelo. En todos estos casos debe diseñarse una solución que minimice las pérdidas de calor.

5.2.3. Particiones interiores del edificio

Conseguida una buena envolvente térmica el edificio perderá poca energía por el contacto con el exterior. Pero con tan solo esta medida no se consigue una eficiencia óptima en determinados casos.

En el edificio hay lugares que no interesa calentar, por lo que es interesante aislarse térmicamente de ellos. Por ejemplo en un bloque de viviendas de 6 plantas no merece la pena calentar un gran volumen como es la caja de escalera, por lo tanto si tenemos una envolvente térmica excelente y una mala separación con zonas comunes se usa gran parte de la energía

consumida para calentar una zona con un tránsito mínimo, lo que es una mala praxis.

Dentro de un edificio puede encontrarse diversos lugares de los que hay que aislarse térmicamente, como puede ser los conductos técnicos para paso de instalaciones, los huecos del ascensor, un forjado sanitario, un bajo cubierta no habitable....

Además de estos espacios no habitables también hay que independizarse térmicamente de otros espacios habitables. Si en una comunidad un vecino enciende su calefacción y su medianera con el vecino de al lado no cuenta con el aislamiento pertinente lo que está haciendo es calentar además la casa del vecino con el gasto que esto le supone.

5.2.4. Instalaciones

La eficiencia energética se basa en conseguir un funcionamiento óptimo del edificio en cuanto a consumo de energía se refiere. Con una adecuada envolvente térmica se ha conseguido minimizar las pérdidas, pero esto es solo la mitad de un comportamiento eficiente.

El otro pilar fundamental de este comportamiento eficiente, además de la envolvente térmica, es el funcionamiento de las instalaciones del propio edificio.

De nada sirve reducir al mínimo las pérdidas caloríficas si para calentar un edificio se usa un sistema poco eficiente que para generar 1Kw de calor necesite consumir 4 Kw de energía primaria.

En la certificación energética se estima por un lado la cantidad de energía necesaria para aclimatar el edificio. El otro dato fundamental que condiciona esta certificación es la emisión anual de Kg de CO₂ que se arrojan a la atmósfera.

Esta emisión de gases contaminantes es la que produce el sistema de climatización para su funcionamiento, por lo tanto el funcionamiento de la instalación será un importante condicionante de la certificación.

En la fase de proyecto a de calcularse una instalación cuyo rendimiento sea el máximo posible. Ha de tenerse en cuenta en el dimensionado que para que el rendimiento de un equipo sea lo más cercano posible al óptimo ha de trabajar lo más próximo posible a su potencia máxima.

Al elegir sistemas de calefacción para viviendas comunitarias es más eficiente utilizar sistemas colectivos que individuales.

La elección de los diferentes sistemas de producción condicionará el rendimiento de la instalación. Las calderas estándar actuales consiguen rendimientos de un 75%, mientras que las de baja temperatura alcanzan un 94% y las de condensación hasta un 106%.

En la fase de proyecto del edificio se convierte en fundamental, además de elegir el tipo de caldera elegir el tipo de combustible. Para una caldera de gas conectada a la red solo hace falta ejecutar el enlace. En cambio si no se cuenta con conexión a la red habrá de prever un espacio para el depósito accesible para el suministrador.

Especial relevancia toma en este apartado el uso de un sistema cuyo combustible sea la biomasa. Dado que la fuente de este combustible es renovable, los programas de certificación consideran que su uso no arroja contaminantes a la atmósfera, por lo que la calificación energética es muy buena.

De igual manera este combustible puede condicionar el diseño de un edificio, ya que para su funcionamiento es necesario un depósito de combustible de grandes dimensiones, que debe estar cerca de la caldera y al que pueda acceder el distribuidor. Por estos condicionantes el uso de la biomasa debe estar definido en los primeros pasos del proyecto.

Para el cálculo de las instalaciones también ha de tener en cuenta el rendimiento obtenido para producir agua caliente sanitaria (ACS). De hecho la instalación puede ser la misma para calefacción y ACS o que los equipos funciones individualmente.

Para la producción de ACS el Código Técnico de la Edificación (CTE) establece un aporte mínimo de renovables de un 30%. Con este aporte se consigue reducir la emisión de gases de CO₂ en la atmósfera.

Por esta razón si el aporte de renovables, tanto para producción de calefacción como de ACS, se aumenta, se consigue minimizar la emisión de contaminantes, por lo que la calificación energética subirá.

5.3 Fase de ejecución



5.3. Fase de ejecución

5.3.1. Agentes que intervienen en la ejecución

Los principales agentes involucrados en ésta fase son la dirección facultativa (director y director de ejecución de obra).

Dirección facultativa

- Director de obra se encargará de dirigir el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas y las condiciones del contrato. Se encargará de controlar que las soluciones constructivas adoptadas no vayan en detrimento de la calidad energética y se correspondan con el proyecto.
- Director de ejecución de obra Se encargará de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado. Deberá tener amplios conocimientos sobre materiales de construcción y sus comportamientos térmicos. Ambos agentes estarán encargados y serán responsables de la inspección de los puntos de control.

5.3.2. Puntos de control e inspección

Envolvente Térmica

- Cerramientos opacos

Se debe hacer especial hincapié en una disposición continua del aislamiento, ya que de no ser así se crearán puentes térmicos de pérdida de calor.

Hay que asegurar que el aislamiento este bien sujeto al soporte, ya que si no es así podría desprenderse durante el resto de la obra. Si esto sucede es difícil de detectar cuando ya se ha tapado y las pérdidas y los problemas derivados que esto supone pueden ser muy importantes.

Si el cerramiento estuviese compuesto de cámaras de aire, dicha cámara debe disponer las dimensiones fijadas en proyecto y estar libre de obstáculos para que cumpla con sus funciones de ahorro energético. Tampoco debe permitirse en estas la presencia de residuos provenientes de la obra, ya que además de facilitar un puente térmico, pueden favorecer la aparición de humedades.

Debido al uso de diferentes soluciones, es muy probable que se generen puentes térmicos que se deben controlar con especial atención, en los siguientes puntos críticos:

- Pilar integrado en fachada
- Pilar en esquina
- Encuentro de fachada con forjado
- Encuentro de fachada con suelo en contacto con el aire
- Encuentro de fachada con solera

Los pilares deben estar recubiertos de aislamiento en toda su superficie en contacto con espacios calefactables, según se indique en el proyecto.

Especial atención requieren los encuentros de la fachada con el forjado. Para ejecutar este punto adecuadamente debe disponerse de aislamiento, pero de igual manera hay que asegurar una correcta sujeción, ya que las piezas de revestimiento estarán afectadas por las cargas del viento y por la intemperie.

- Suelos

Se debe garantizar que el aislamiento se coloque de forma continua con las dimensiones especificadas en proyecto, evitando caídas de material, roturas de la plancha, etc. que puedan provocar su posterior deterioro. Esta parte de la construcción exige especial cuidado, ya que sobre el aislamiento dispuesto se presentará cargas, bien por uso o bien por tránsito.

Uno de los puntos críticos a tener en cuenta es el encuentro con las particiones interiores o cerramientos de fachada, ya que no se debe olvidar que el objetivo final es garantizar que el aislamiento envuelva todas las superficies calefactables.

- Cubiertas

Es una de las zonas más expuestas a la pérdida de calor del edificio ya que el aire caliente siempre asciende, por lo que debemos garantizar una correcta colocación del aislamiento en todos sus puntos.

Según la tipología de la cubierta se hará mayor hincapié en el cumplimiento de la continuidad del aislamiento en los siguientes puntos críticos:

- Encuentro de cubierta con cerramiento de fachada
- Encuentro de limas
- Lucernarios
- Chimeneas

Debido a la gran importancia del ahorro energético en las cubiertas y a la gran variedad en su tipología, se podrán incluir otros puntos críticos a valorar por el técnico competente.

La cubierta es la parte más expuesta a la intemperie, por lo que una correcta ejecución debe contar con las diferentes dilataciones y contracciones de los materiales que la componen.

Por esta misma razón, en función del tipo de cubierta, es fundamental asegurarse de que el aislamiento está protegido de los agentes atmosféricos adecuadamente.

- Huecos de fachada

Se debe comprobar el correcto funcionamiento de las rejillas de ventilación marcadas por el CTE, ya que la ventilación de un edificio es necesaria para cumplir la normativa de salubridad. Sin olvidar que el aire que se intercambia con el exterior es aire calefactado que se pierde, por lo tanto el correcto funcionamiento de las soluciones de ventilación es fundamental para no perder energía.

De igual manera que en los cerramientos, se debe garantizar la continuidad del aislamiento, para evitar los puentes térmicos. Por ello las carpinterías deben estar situadas a continuación del aislamiento térmico, ya que si hubiera alguna discontinuidad supondría un puente térmico que además de enfriar la estancia puede provocar humedades en la misma.

Particiones interiores

Se deben seguir los mismos criterios de inspección que en los cerramientos de fachada, prestando especial atención en las divisiones en contacto con espacios no habitables o calefactables.

Instalaciones

Dependiendo del sistema de producción de energía para calefacción y ACS se debe garantizar que se emplean los combustibles, rendimientos y potencias marcados en el proyecto de ejecución.

En las instalaciones de calefacción cobra especial relevancia el equilibrado de la misma, ya que debe asegurarse de que es adecuado. De lo contrario por muy bueno que sea el diseño o el equipo no se conseguirá un buen funcionamiento.

Las tuberías deberán estar calorifugadas para evitar las pérdidas de calor.

En un aporte de energía mediante renovables se debe comprobar que los equipos funcionen adecuadamente cuando se den las condiciones apropiadas. En todas aquellas renovables que dependen de factores exógenos, como la solar térmica, que depende del clima, debe comprobarse su funcionamiento en un momento adecuado. De otra manera no puede conocerse con exactitud su rendimiento.

En los puntos de inspección y control citados anteriormente se debe hacer constatar que todos aquellos materiales y dispositivos marcados en el proyecto de ejecución son los mismos que los dispuestos en la obra, con igual propiedades y características técnicas.

Si se hubieran producido modificaciones en el proyecto de ejecución, deberá elaborarse una memoria del estado actual recogiendo detalladamente todos los cambios. Estos cambios podrían modificar la calificación del edificio y sería necesario volver a realizar la certificación energética y su registro pertinente.

5.4 Fase de edificio terminado. Uso y mantenimiento



5.4. Fase de edificio terminado. Uso y mantenimiento

El principal encargado del mantenimiento del edificio es el usuario, que mediante un uso adecuado, se beneficiará de la eficiencia energética de este. En ésta guía se darán una serie de consejos y buenas prácticas para orientar al propietario.

El propietario, a partir de la recepción de su vivienda, con su certificado y correspondiente calificación energética, deberá renovarlo y estar al corriente de todas sus posibles modificaciones.

El certificado de eficiencia energética del edificio, o parte del mismo, y su inscripción en el Registro tendrá una validez máxima de diez años, siendo el propietario responsable de la renovación.

Para proceder a la renovación de la certificación el propietario, en el caso de no existir variaciones con respecto a la inscripción inicial, deberá presentar la siguiente documentación:

- Declaración de no alteración de los elementos constructivos ni de las instalaciones térmicas que dieron origen a la certificación inicial.
- Copia de los certificados de inspección periódica de eficiencia energética de la instalación térmica contemplados en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, en su caso.

Cuando se modifiquen los parámetros que dieron lugar a la certificación de eficiencia energética, el titular deberá presentar la documentación que se requiere para la inscripción de los certificados.

El acceso al Registro se realizará a través de la página web del Gobierno de Cantabria o presencialmente, previa solicitud, en las dependencias del registro de la Dirección General con competencias en materia de energía.

Es importante saber que el consumo de energía innecesario cuesta dinero y es una fuente de contaminación ambiental.

A continuación se desarrolla una guía orientada a los usuarios de los edificios, con consejos útiles para el ahorro de energía.

5.4.1. Guía para el uso eficiente de las instalaciones y equipos

La energía está constantemente presente en las vidas de las personas: ilumina, calienta y enfría, traslada de la casa a la oficina, alimenta los equipos que cada día están más presentes en el ocio y el trabajo.



Fuente: IDAE

España depende casi en un 85 % de su consumo total de los combustibles fósiles, estas condiciones hacen de España uno de los países más dependientes de la Unión Europea, lo cual puede ser un problema para la seguridad del suministro energético a largo plazo, así como un freno para la competitividad de la economía.

Para disponer energía para el consumo, son necesarias sucesivas operaciones de transformación y transporte, desde el yacimiento a la planta de transformación y, por último, al consumidor final.

Energía Primaria = Energía Final + Pérdidas en Transformación + Pérdidas en Transporte.

Para cada unidad energética de electricidad que consumimos en casa son necesarias unas 3 unidades energéticas de combustible fósil en las centrales térmicas.

La energía que consumen las familias se acerca al 30% del consumo energético total, en España un 18% corresponde al consumo energético de los hogares. Un hogar medio en España consume cerca de 4.000 kWh al año en el caso de un hogar que dispusiera de todos los equipos de suministro eléctricos.

El gasto anual medio familiar de la energía consumida en casa es de 800 euros.

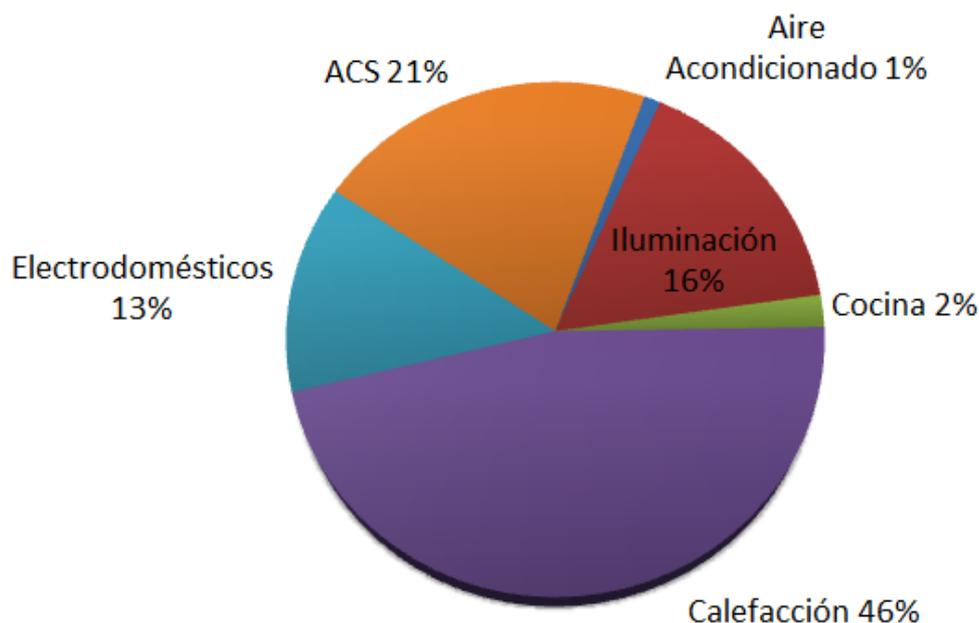
El aumento de la eficiencia energética significa mejorar la calidad de vida del usuario, permitiéndole tener el mismo o más confort con menor consumo energético.

En este sentido es interesante apostar por la diversificación del suministro a través de energías renovables y reducir el consumo de energía a través del ahorro y de la eficiencia.

Algunas medidas de eficiencia energética son ampliamente conocidas por ser de “sentido común” (por ejemplo, apagar la luz cuando no estamos en una habitación), otras las propician desarrollos tecnológicos que no todo el mundo conoce (por ejemplo, las lámparas de bajo consumo). Todas ellas serán expuestas en esta guía para que todos los usuarios puedan contribuir, con un consumo más racional, al aumento de la eficiencia global.

En el siguiente gráfico podemos ver la repercusión en los consumos energéticos de los distintos sistemas del edificio.

Consumos energéticos en la vivienda



Fuente: IDAE. Elaboración propia.

Calefacción y ACS

La reglamentación vigente (RITE) señala en el artículo 25 que “El titular o usuario de las instalaciones térmicas es el responsable en lo que se refiere a su uso y mantenimiento”.

La calefacción y el agua caliente son los servicios que más energía consumen, llegando a representar un 46% en el caso de la calefacción y un 21% en el del agua caliente.

Para llevar a cabo un correcto mantenimiento de las instalaciones comunes y una gestión adecuada, el usuario se basará en las instrucciones de uso y mantenimiento definidas en el Libro del Edificio, que se debe entregar en la compra de la vivienda y en el que se recogen todas las operaciones a llevar a cabo y la frecuencia de realización.

A continuación se exponen algunos consejos a tener en cuenta para disminuir el consumo de energía en la calefacción:

- La calefacción a 21°C es suficiente para tener una temperatura confortable dentro de la vivienda. Durante la noche, se puede bajar a 17 °C. Se debe tener en cuenta que, a partir de 20 °C, cada °C de más supone un incremento de consumo de entre un 6% y un 8%.
- Contar con un aislamiento de calidad en puertas y ventanas es imprescindible para conservar la temperatura con un menor coste de energía.
- Apagar la calefacción por la noche, y por la mañana no encenderla hasta después de haber ventilado la casa.
- Reducir la posición del termostato a 15 °C cuando no vaya a estar habitado el recinto durante unas horas.
- Se puede controlar la temperatura a la que se desea estar en una vivienda o en una estancia de la misma a través de termostatos digitales que se programan permitiendo regular la temperatura y determinar las horas de funcionamiento, así como la hora exacta de la puesta en marcha.
- Ventilar la vivienda durante 10 minutos es suficiente para renovar el aire interior y no perder el calor interno.
- Mantener una temperatura estable en la vivienda es mucho más eficiente que estar calentándola cuando se enfría.
- No cubrir los radiadores para facilitar la difusión del calor.



A continuación se exponen algunos consejos a tener en cuenta para disminuir el consumo de energía en el consumo de ACS:

- Cerrar el grifo y ahorrar agua.
- No alargar la duración de la ducha.
- Utilizar la ducha en lugar del baño.
- Instalar grifos con pulsador.
- Instalar detectores de manos.
- Utilizar perlizadores: Se consigue que se produzca una mezcla de agua y aire de manera que disminuye el caudal pero se



mantiene la presión del agua. Se ahorra tanto agua caliente como combustible para su generación, se pueden conseguir ahorros entre el 40 % y el 50 %

- Realizar un buen mantenimiento.
- Introducir elementos aislantes en el sistema de distribución.

Refrigeración

A continuación se exponen algunos consejos a tener en cuenta para disminuir el consumo de energía en refrigeración:

- Repartir correctamente el frío evitando corrientes de aire de diferente temperatura.
- Utilizar aire exterior para climatizar durante la noche.
- Instalar o cambiar el lugar de un condensador a un sitio más fresco y mejor ventilado, donde no incida el sol. Si está en un tejado, es conveniente cubrirlo con un sistema de sombreado.
- Pintar de color claro los techos y paredes exteriores, con el objetivo de reflejar el sol y, por tanto, evitar el calentamiento de los espacios interiores. Regular el sistema de refrigeración a 25 °C.
- Usar protecciones solares para las ventanas: reducen el calor interior de los edificios en verano debido a la incidencia del sol, obteniéndose ahorros hasta de un 28 %.
- Llevar ropa fresca en verano.

Iluminación

El ahorro energético en iluminación no contribuye a mejorar la calificación energética de un edificio, sin embargo, parece necesario a raíz del contexto energético y económico actual, considerar reducirlo todo lo posible sin perder las condiciones de confort.

El control de la iluminación permite consumir sólo la luz que se necesita y reducir el consumo eléctrico. En la actualidad, existen diversos sistemas que permiten realizar un control sobre la iluminación de la vivienda.

La ineficiencia energética en los sistemas de iluminación, al igual que en el resto de instalaciones, es debida a dos motivos:

1. Uso inadecuado de las instalaciones por parte del usuario.
2. Utilización de aparatos ineficientes.

Las medidas de ahorro más importantes para evitar ineficiencias por uso inadecuado de las instalaciones de iluminación son:

- Aprovechar la luz natural siempre que sea posible.
- No dejar zonas encendidas cuando no se encuentren habitadas.
- No utilizar un nivel de iluminación por encima de las necesidades de la sala.
- Limpiar las luces para que ofrezcan el nivel de iluminación al 100 % de su capacidad, evitando subirlo o añadir más luces innecesarias.

Por otro lado, es conveniente emplear equipos eficientes como:

- Lámparas eficientes: ofrecen para un determinado nivel de luz ahorros energéticos hasta del 80 % y tienen una duración aproximadamente 10 veces mayor que las convencionales. Las más indicadas son las lámparas de descarga y de bajo consumo.
- Utilización de balastos electrónicos con lámparas de descarga: alargan la vida útil de la lámpara y ofrecen hasta un 25 % de ahorro frente a los balastos electromagnéticos. Además permiten encendido instantáneo sin parpadeo y desconexión automática en caso de lámpara automática.
- Luminarias eficientes: permiten adecuar el nivel de iluminación a las necesidades específicas de cada usuario.

A continuación se enumeran los tipos más comunes de luminarias así como sus ventajas e inconvenientes desde el punto de vista energético y económico:

❖ Lámparas incandescentes

No halógenas: son las bombillas tradicionales y que más se utilizan en el sector doméstico, ya que son simples y muy baratas. Su funcionamiento consiste en hacer pasar una corriente eléctrica por un filamento de wolframio hasta que alcance una temperatura tal que emita radiación visible por el ojo humano. Tienen una duración solamente de 1.000 horas y el 90 % de la energía se desaprovecha en calor. Por estas razones el Parlamento Europeo aprobó en marzo de 2009 la progresiva prohibición de emplear este tipo de lámparas hasta llegar a su completa desaparición en 2012. Esta simple medida permitirá un ahorro de energía equivalente a la que producen 10 grandes centrales eléctricas de 500 MW de potencia.



Halógenas: incorporan un gas halógeno para que no se vaporice el wolframio y se deposite en la ampolla disminuyendo el flujo útil, que es lo que ocurre en las anteriores.

Mejoran la eficiencia en un 30 % respecto a las anteriores y tienen mayor duración, aunque son de mayor coste y uso más delicado.



❖ Lámparas de descarga

Son un 80 % más eficiente que las incandescentes. Producen la luz por excitación de un gas que se somete a descargas eléctricas entre dos electrodos. Tienen una vida útil entre 8 y 10 veces superior a la de las lámparas tradicionales.



Algunas de las más conocidas son: fluorescentes tubulares, fluorescentes compactas, fluorescentes sin electrodos, de vapor de mercurio a alta presión, etcétera.

❖ Tecnología LED

Los Diodos Emisores de Luz (LED: Lighting Emitting Diode) están basados en semiconductores que transforman directamente la corriente eléctrica en luz. No poseen filamento, por lo que tienen una elevada vida (hasta 50.000 horas) y son muy resistentes a los golpes. Por estas razones están empezando a sustituir a las bombillas incandescentes y a las lámparas de bajo consumo en un gran número de aplicaciones, como escaparates, señalización luminosa, iluminación decorativa, etcétera.



❖ Lámparas de bajo consumo

Duran 8 veces más que las bombillas convencionales y consumen apenas un 20 % - 25% de electricidad. Aunque sean más caras se amortizan rápidamente.



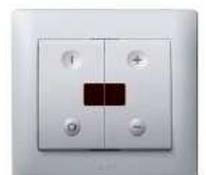
Existen otro tipo de medidas de eficiencia energética relacionadas con el sistema de regulación de la iluminación, como llevar a cabo una correcta maniobra y selectividad de la instalación, o la implantación de sistemas de regulación y control.

❖ Sistemas de control de la iluminación

Colocados en la instalación eléctrica, permiten adaptar el nivel de iluminación en función de las necesidades, ayudando a reducir el consumo y a conseguir un ambiente más agradable en el hogar.

Algunos ejemplos de estos sistemas son:

- Detectores de presencia: dispositivos que encienden o apagan las luces de una zona de la vivienda cuando detecta presencia de personas.
- Pulsadores temporizados: mecanismos que, una vez pulsados, mantienen encendido el alumbrado durante el tiempo programado, evitando dejar luces encendidas por olvido en habitaciones con escasa ocupación.
- Reguladores de iluminación: mecanismos que permiten variar la intensidad de la luz de una lámpara, consiguiendo diferentes ambientes según nuestra conveniencia y necesidades, desde la penumbra hasta la claridad máxima. De este modo, se racionaliza el consumo y se ahorra energía.
- Detectores de luz natural: son foto-sensores que regulan el flujo luminoso de una luminaria en función de la luz natural existente en la zona. De esta manera se aprovecha la iluminación natural y se disminuye el consumo en las zonas ya iluminadas por el sol.

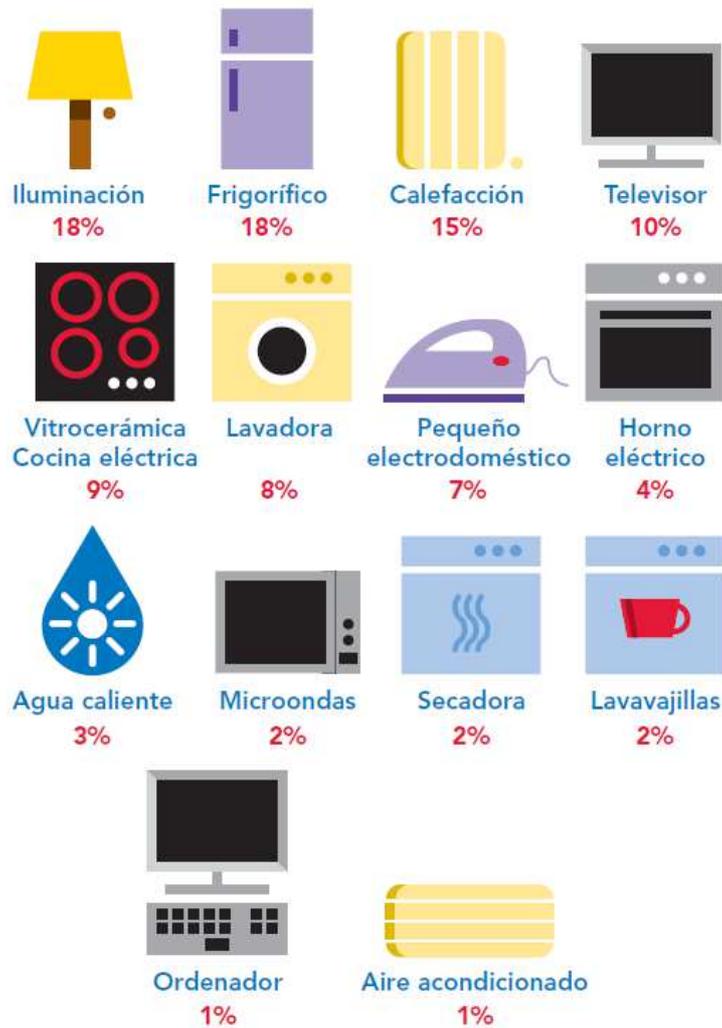


Se pueden conseguir importantes ahorros en iluminación en función de la orientación y la época del año. La siguiente tabla muestra como la primera fila de luminarias de los espacios orientados al sur, tienen un ahorro un 10% superior a la misma fila de luminarias, si estuviese colocada en un espacio con orientación norte.

		Sur	Norte
Verano	1ª Fila de luminarias	55%	45%
	2ª Fila de luminarias	35%	25%
Invierno	1ª Fila de luminarias	45%	35%
	2ª Fila de luminarias	25%	15%

El mayor ahorro energético en iluminación se obtiene apagando las luces que no se usen.

Electrodomésticos



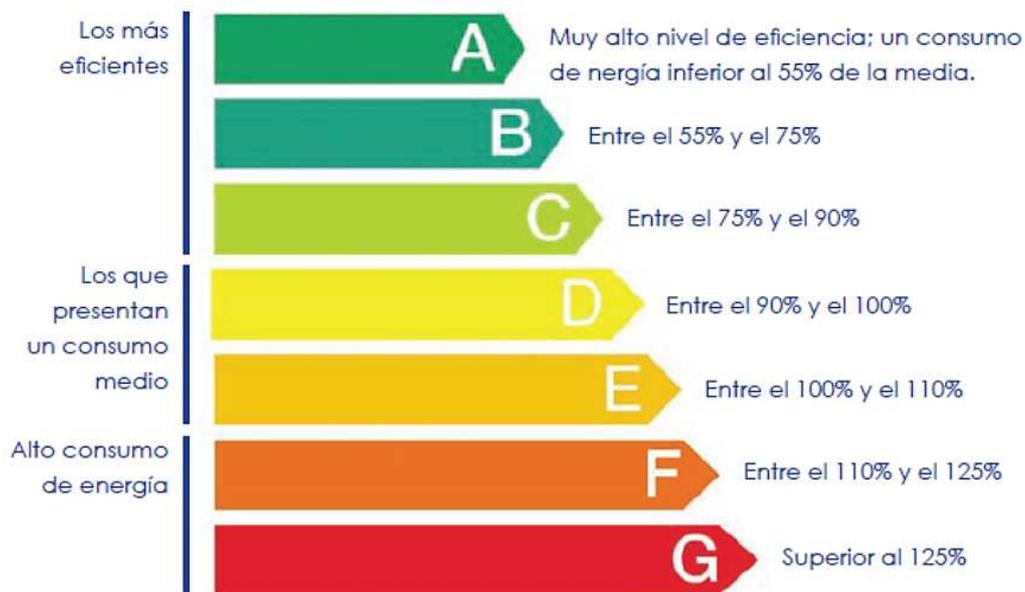
Fuente: IDAE

Los electrodomésticos representan el 13% del consumo eléctrico de una vivienda, repartido como se muestra en la imagen anterior.

A la hora de comprar un electrodoméstico, es muy importante fijarse en su clasificación energética, que vendrá definida por la etiqueta que lleve, y estudiar cuáles son las necesidades reales, así como el uso que se hará de los mismos.

¿Qué es la etiqueta energética de un electrodoméstico?

La etiqueta energética es una herramienta informativa que indica la cantidad de energía (electricidad, agua o gas) que consume un electrodoméstico y la eficiencia con que utiliza esa energía, además de otros datos complementarios del aparato.



Fuente: IDAE

Todas las etiquetas deben tener una parte común igual para cada tipo de electrodoméstico. En ella aparecen unas flechas de colores y una zona donde se indican los valores específicos del equipo.

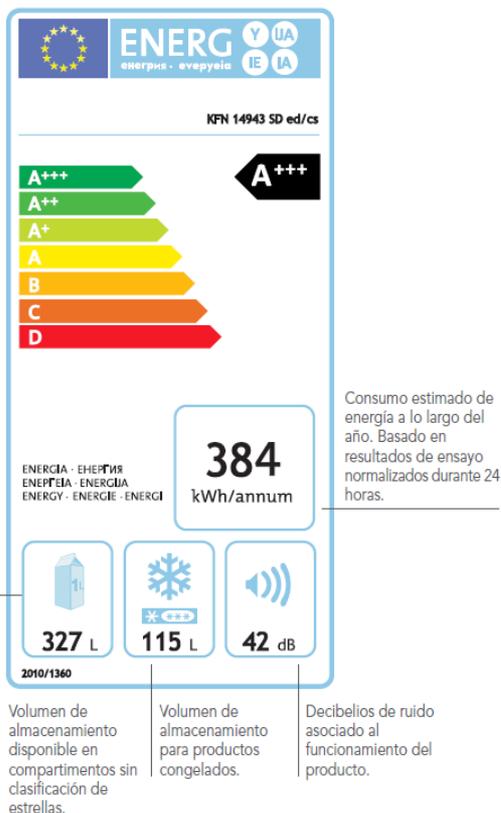
La eficiencia viene indicada mediante letras. Hay 7 tipos o clases, desde la A, para los más eficientes, hasta la G, para los menos eficientes. En el caso de los frigoríficos y los congeladores existen dos clases extras, A+ y A++.

El consumo de una clase suele diferir con el de otra en torno a un 10 % – 15 %, y cada clase indica el consumo de un electrodoméstico en función del consumo de uno del mismo tipo y de la clase D, que es la clase referencial.

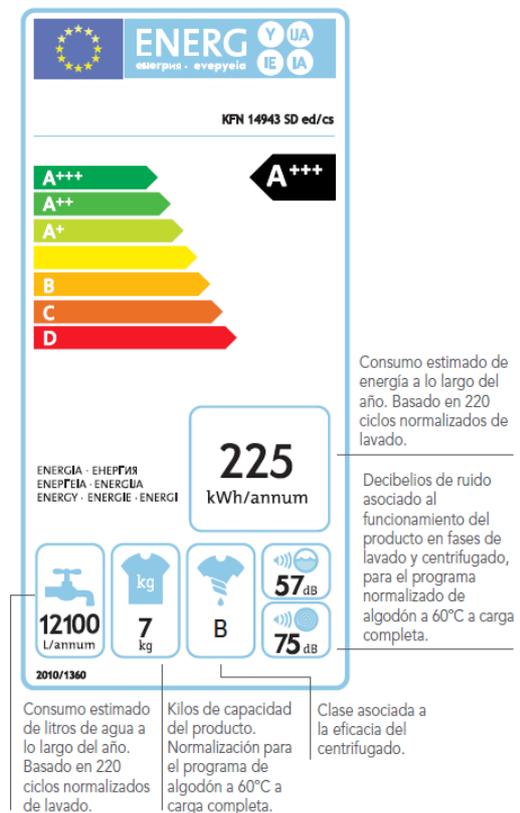
Es obligatorio que la etiqueta esté siempre visible. Los electrodomésticos que tienen establecido el etiquetado energético son los siguientes:

- Frigoríficos y congeladores
- Lavadoras y secadoras
- Lavavajillas
- Fuentes de luz
- Aparatos de aire acondicionado
- Hornos eléctricos
- Calentadores de agua y otros aparatos que almacenen agua caliente

Frigoríficos



Lavadoras



Fuente: IDAE

Aunque para un equipo eficiente la inversión inicial puede ser mayor, los consumos menores de estos aparatos hacen que, con los ahorros en electricidad al utilizarlos, se amortice la inversión en periodos de 3 a 8 años.

Lavavajillas

Como ocurre en las lavadoras, el mayor consumo se produce en el calentamiento del agua (90 %), mientras que tan solo un 10 % de la energía consumida se destina al movimiento de las aspas y del agua.

Un lavavajillas de 12 servicios consume unos 18 litros por lavado y el consumo eléctrico varía de 1,25 kWh a 1,07 kWh

Para conseguir ahorros energéticos importantes se debe:

- Usar el lavavajillas es mucho más económico y eficiente que lavar a mano.
- Elegir lavavajillas bitérmicos que toman el agua caliente de la red de ACS (agua caliente sanitaria), lo que reduce el gasto de energía y el tiempo de lavado.
- Mantener siempre lleno el depósito de sal y abrillantador para realizar un buen lavado.
- Realizar los lavados cuando el equipo se encuentre totalmente lleno.
- Realizar los lavados con programas de baja temperatura, cortos o económicos.

Un lavavajillas de menor tamaño puede ser la solución a un problema de espacio o a una baja frecuencia de utilización del aparato y, además, el consumo de recursos suele ser menor. A menor tamaño, menos vajilla y menor consumo de agua y energía.

Lavadoras

El consumo depende de las características de utilización, es decir, de la carga, la temperatura, las revoluciones, etcétera.

Utilizando un programa genérico, con el agua a 60 °C, el consumo eléctrico varía de 0,95 kWh a 1,20 kWh para diferentes modelos de lavadoras, y el consumo de agua varía entre los 49 y los 79 litros.

El mayor consumo eléctrico de una lavadora es el referido al calentamiento del agua, mucho mayor que, por ejemplo, el del centrifugado.

Para conseguir ahorros energéticos importantes se debe:

- Utilizar los programas de "baja temperatura" y a "media carga" cuando no se dispone de ropa como para una lavadora completa: en un programa a 90 °C se consume el doble de energía que en uno a 60 °C y casi cuatro veces más que en uno de 40 °C.
- Sustituir la lavadora por otra más eficiente. Entre otras cabe mencionar la lavadora bitérmica, que tiene dos conductos para la toma de agua. A uno llega el agua fría de la red de distribución central y al otro el agua caliente que proviene del circuito general de agua caliente sanitaria.

De esta manera se pueden conseguir ahorros de un 25 % en tiempo y energía.

Secadoras

¿Por qué el secado a máquina?

La secadora automática es un electrodoméstico de uso muy recurrente, ya que permite disponer de ropa seca durante todo el año independientemente de la climatología. Da solución a hogares que no disponen de espacio adecuado para tender la ropa, que están situados en poblaciones con ordenanzas municipales que prohíben tender en exteriores a la vista o con una climatología desfavorable como es el caso de nuestra comunidad autónoma.

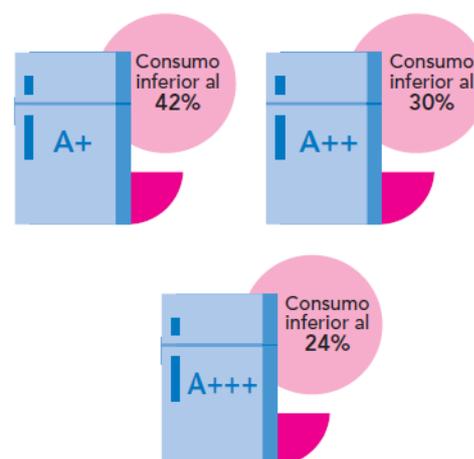
Tecnología de bomba de calor

En las secadoras de condensación tradicionales el calentamiento del aire se realiza por resistencia eléctrica, haciendo que el consumo energético sea elevado y la eficiencia no supere la clase B. En cambio, las secadoras de condensación con tecnología de bomba de calor consiguen reducir el gasto eléctrico a la mitad, pudiendo llegar a consumir hasta un 40% menos que la clase A.

Frigoríficos

Su consumo depende de características como la capacidad, el número de compresores, su ubicación, su eficiencia energética, etcétera.

Se trata del electrodoméstico que más consume de la casa, ya que tiene un uso continuado. La eficiencia del aparato vendrá expresada en la etiqueta energética.



Fuente: IDAE

Es importante elegir equipos eficientes:

Un frigorífico "combi", como el que se encuentra en muchos hogares españoles, consume 1,63 kWh/día.

En el caso de un frigorífico con las mismas características en cuanto a capacidad (320 litros) pero energéticamente eficiente, el consumo será tan solo 0,94 kWh/año, es decir, se produce un ahorro del 42 %.

Para conseguir una mayor eficiencia a lo largo de la vida útil del frigorífico, es muy importante tener en cuenta las recomendaciones de instalación de los fabricantes:

- La habitación debe tener un ambiente seco y disponer de la conveniente ventilación trasera.
- Evitar focos de calor próximos al lugar de instalación del frigorífico.
- Si no es posible, poner un aislamiento (poliuretano). El objetivo es contribuir a que pueda respirar tanto si es de libre instalación como si es de integración.
- Mantener una distancia mínima de 3 cm de la placa de gas o eléctrica.
- Si el aparato está instalado al lado de un congelador o refrigerador, tiene que dejar una distancia mínima de 2,5 cm para evitar condensaciones.
- No colocar el aparato pegado a la pared ya que necesita tener ventilación para dejar escapar el calor. Para ello se suministran unos topes que se colocan en la parte trasera y marcan la distancia mínima.
- Realizar un correcto mantenimiento, retirando la escarcha mediante descongelaciones, ya que ésta actúa como aislante y hace que haya un aumento en el consumo eléctrico.
- Si se descongela antes de que la capa de hielo tenga un espesor superior a los 3 mm, el ahorro obtenido es del 30 %.
- Ajustar el termostato del frigorífico y el congelador, así como descongelar los alimentos introduciéndolos en la zona de refrigeración para aprovechar el frío "gratuito", y no meter comidas calientes, pues se gasta más energía en llevarlas a una temperatura de frío.
- Evitar las aperturas innecesarias y prolongadas del frigorífico.
- Controlar las gomas y los aislantes para que no se produzcan fugas de frío.
- Mantener limpia la parte trasera del frigorífico, limpiándola al menos una vez al año.

Hoy en día es impensable concebir un hogar sin frigorífico. En el mercado podemos encontrar una gran variedad de aparatos de frío atendiendo a sus dimensiones y volumen y tipo de alimentos que se desea refrigerar.

1. Tecnología de frío cíclico:

Este tipo de aparato está especialmente recomendado para zonas con bajos porcentajes de humedad relativa, como zonas del interior, y aparatos con tecnología.

La principal característica de la tecnología de frío cíclico es que el aire frío presente en el interior del frigorífico tiene una alta humedad relativa aproximada del 70%, lo que favorece la conservación de los alimentos evitando su deshidratación.

Ventajas:

- Aire interior con mayor grado de humedad relativa, menor deshidratación.
- Menor ruido.

2. Tecnología de frío No Frost:

La tecnología No Frost, también llamada frío sin escarcha, se recomienda en zonas de costa, con alto porcentaje de humedad.

Los frigoríficos con tecnología No Frost disponen de un evaporador, aislado de los compartimentos, en el que se genera aire muy frío y muy seco, debido a que la humedad presente en el aire condensa.

Posteriormente, a través de un canal, e impulsado por una turbina interior, se distribuye el aire frío a los diferentes compartimentos. El frío es inyectado al interior de cada compartimento a través de múltiples ranuras lo que permite una mayor velocidad de enfriamiento y una mayor uniformidad de la temperatura. La humedad relativa interior es de aproximadamente el 30%, lo que evita que se forme escarcha en las paredes y no sea necesaria su descongelación.

Ventajas:

- No es necesario hacer descongelaciones periódicas.
- Distribución del frío más homogénea.
- No se forma condensación sobre los alimentos: no gotean.
- Recupera la temperatura hasta tres veces más rápido que un frigorífico convencional.
- Mayor rapidez de congelación.

Equipos de cocción

Las medidas a tomar para hacer un uso más eficiente de los equipos de cocción son las siguientes:

Emplear, siempre que sea posible, cocinas de gas, que son más eficientes que las eléctricas.

Instalar, si no se puede emplear el gas, placas de inducción, que tienen un consumo menor que las vitro-cerámicas, las eléctricas de resistencias o las halógenas. Esto es debido a la reducción de los tiempos de cocción.

Utilizar el microondas en lugar del horno eléctrico: permite un ahorro de energía entre el 60 % y el 70 %.

Utilizar ollas con un fondo adecuado para la cocina que tengamos. En una cocina de inducción, esta medida puede conllevar un ahorro del 80 %.

Utilizar ollas de alta presión siempre que sea posible, ya que su consumo es menor que el de las ollas convencionales.

Colocar una tapadera en la olla siempre que sea posible.

Aprovechar el calor residual de los equipos eléctricos apagando la cocina en los últimos momentos de la cocción.

Calentar los equipos de cocina a la temperatura recomendada por el fabricante y no a una mayor.

No utilizar las cestas de las freidoras para freír con mayor capacidad de la de su equipo. Puede suponer un aumento de energía al aumentarse el tiempo de cocción.

Hornos

Al igual que ocurre con otras gamas, la mayor parte de los hornos presentes en el mercado pertenecen a la clase de eficiencia energética A. Sin embargo, existen modelos con convección forzada de medidas compactas que presentan un menor consumo de energía, obteniendo la misma calidad de cocinado. Un horno compacto consume un 25% menos que un horno de medidas estándar.

Las medidas a tomar para hacer un uso más eficiente de los hornos son las siguientes:

- Comprobar que las puertas de los hornos estén bien selladas, y que el estado de las juntas sea el adecuado.
- Calentar los equipos de cocina a la temperatura recomendada por el fabricante y no a una mayor.
- Aprovechar el calor residual de los equipos eléctricos apagando la cocina en los últimos momentos de la cocción.
- Es muy importante revisar el estado de las gomas del horno, para su correcto mantenimiento.

5.5 Edificios Existentes

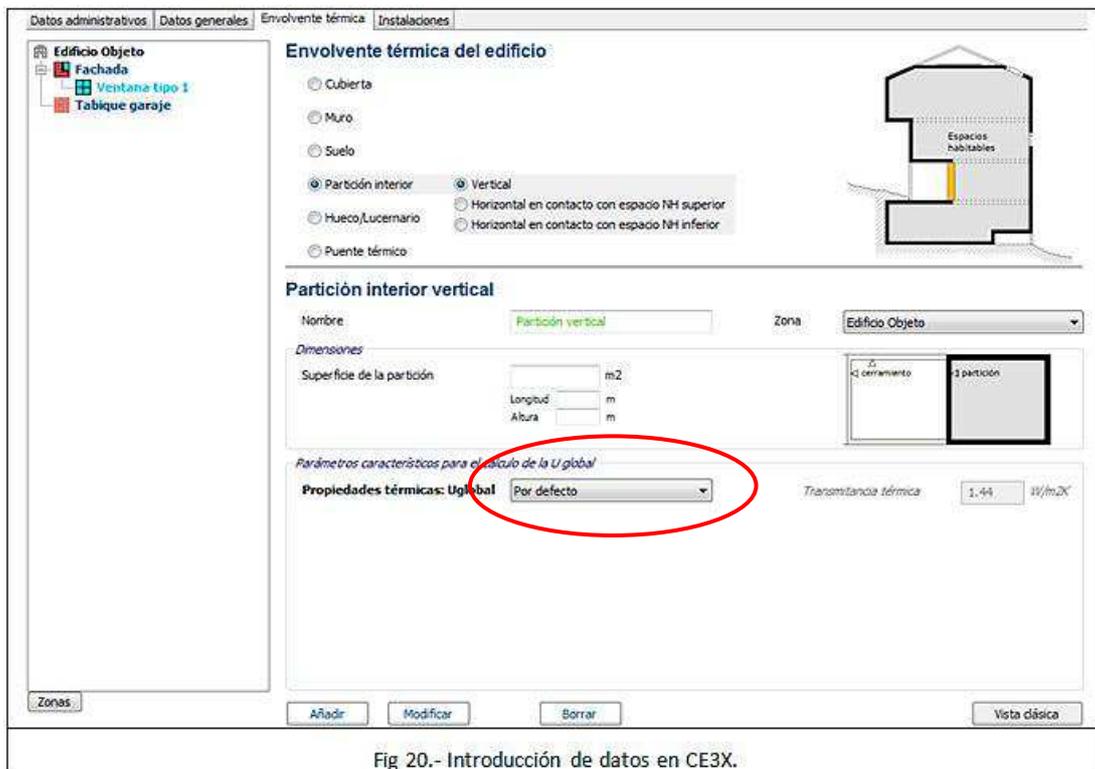


5.5. Edificios existentes

Según el Real Decreto 235/2013 de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios, todos los edificios o partes de los mismos que se vendan o alquilen a partir del 1 de Junio de 2013 deberán contar con un certificado de eficiencia energética. Este deberá ser aportado por parte del vendedor o arrendatario como acreditación de los consumos energéticos y emisiones del mismo.

La mayoría de los edificios que son susceptibles de ser certificados por este motivo son edificios existentes anteriores al año 2007. En este año, con motivo del Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción, se empezaron a realizar los primeros Certificados de Eficiencia Energética en los proyectos de ejecución.

Para edificios existentes la certificación energética se podrá realizar, a diferencia de los edificios nuevos, con las aplicaciones **CE3** y **CE3X**. Son herramientas informáticas promovidas por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, a través del IDAE (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía), y por el Ministerio de Fomento, que permiten obtener la certificación de eficiencia energética de un edificio existente.



The screenshot shows the 'Envolvente térmica del edificio' configuration window. On the left, a tree view shows 'Edificio Objeto' with sub-items 'Fachada', 'Ventana tipo 1', and 'Tabique garaje'. The main area is divided into sections: 'Envolvente térmica del edificio' with radio buttons for 'Cubierta', 'Muro', 'Suelo', 'Partición interior' (selected), 'Hueco/Lucernario', and 'Puente térmico'. Under 'Partición interior', 'Vertical' is selected. Below this is the 'Partición interior vertical' section with fields for 'Nombre' (Partición vertical), 'Zona' (Edificio Objeto), 'Superficie de la partición' (m²), 'Longitud' (m), and 'Altura' (m). A diagram shows a window and a partition. The 'Propiedades térmicas' section has a dropdown menu set to 'Por defecto' (circled in red) and a 'Transmitancia térmica' field set to 1.44 W/m²K. Buttons at the bottom include 'Zonas', 'Añadir', 'Modificar', 'Borrar', and 'Vista clásica'.

Fig 20.- Introducción de datos en CE3X.

<http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/Paginas/documentosreconocidos.aspx>

Se trata de procedimientos de certificación denominados “simplificados” aunque no por ello son menos fiables que la opción general. Su diferencia estriba en la posibilidad de obtención de datos técnicos fiables sobre los elementos constructivos, materiales e instalaciones que componen un edificio existente. Estos datos, en función de su disposición, será posible introducirlos o estimarlos.

El técnico encargado de realizar el certificado de eficiencia energética llevará a cabo la correspondiente inspección y toma de datos del edificio. Esta será más o menos completa en función de la accesibilidad que se le otorgue a las estancias del mismo y a los documentos del proyecto original, si existen.

Los parámetros característicos del comportamiento térmico de algunos componentes no se obtienen a partir de fichas técnicas del fabricante, como ocurre en los edificios nuevos, sino de estimaciones que se realizan a partir de una biblioteca de elementos constructivos pre-cargada en el programa.

Al realizar el Certificado de Eficiencia Energética, y en función del resultado obtenido y de las características constructivas del edificio, el técnico certificador propondrá, o no, una serie de medidas de mejora. Estas medidas estarán orientadas siempre a mejorar la eficiencia energética del inmueble y a subir su calificación una o varias letras con la correspondiente disminución del consumo de energía y de las emisiones de CO₂. Podrán estar valoradas económicamente si así se solicita, y ayudarán al propietario a tomar una decisión sobre la conveniencia o no de acometer unas posibles obras de rehabilitación energética comparando costes y beneficios.

En ningún caso la ejecución de estas medidas de mejora es obligatoria.

5.5.1. Medidas de mejora

En las siguientes páginas se pretende dar a conocer algunos de los sistemas más comunes, tanto constructivos como de instalaciones, que están siendo utilizados en rehabilitación energética.

Según IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), los ahorros energéticos obtenidos durante el periodo 2004-2010 en el sector edificación se deben esencialmente a las mejoras efectuadas en la envolvente térmica de los edificios, en la iluminación y en el equipamiento.

En la siguiente tabla se muestra el resultado del ahorro obtenido durante los años 2004 y 2007 en ktep.

Resultado de ahorros obtenidos

	Ahorro de energía 2010 (ktep)		Ahorro de energía primaria 2010 (ktep)		Emisiones evitadas de CO ₂ 2010 (ktCO ₂)	
	Base 2004	Base 2007	Base 2004	Base 2007	Base 2004	Base 2007
Rehabilitación envolvente + mejora instalac. térmicas	1637.7	2020.6	1887.3	3081.4	4348.8	6882.0
Mejora de las instalaciones de iluminación	793.9	301.2	1987.0	709.8	4017.1	1519.8
Renovación de electrodomésticos	-199.1	207.3	-709.2	397.8	-1383.0	867.1
Total ahorros y medidas	2232.5	2529.1	3165.0	4189.1	6982.8	9269.0

Fuente: IDAE

El 67% de estos ahorros derivan de mejoras de la envolvente de los edificios y sus instalaciones térmicas y un 33% se debe a la instalación de iluminación interior más eficiente, mientras que en el sector equipamiento no se han producido ahorros. Este impulso del ahorro energético se debe a los Planes de

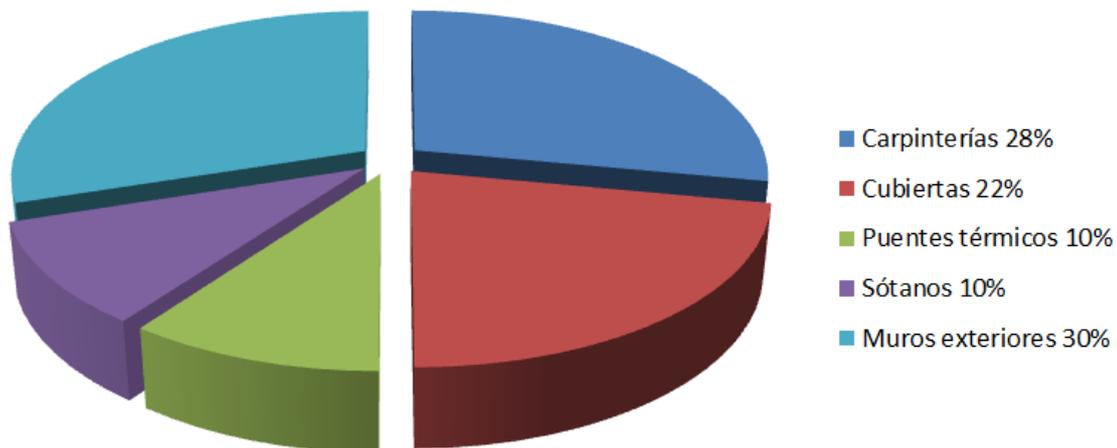
Acción del IDAE con las comunidades autónomas, el nuevo RITE, CTE, Programa 2x1...

Es importante señalar que aunque el uso de sistemas más eficientes en iluminación disminuye el consumo energético y por consiguiente la factura de electricidad, no se tiene en cuenta en la Certificación Energética de Edificios Existentes y por lo tanto no se contempla como mejora.

5.5.2 Mejora de la envolvente térmica

El siguiente gráfico proporcionado por el IDAE, corrobora la gran importancia que tiene la envolvente térmica del edificio en cuanto al ahorro energético.

Pérdidas Energéticas en la Edificación



Fuente: IDAE

La envolvente térmica del edificio o la piel del edificio, comprende todas las partes del mismo que lo separan del ambiente exterior y que se pueden ver en el diagrama anterior que comprende:

- Los muros o cerramientos
- Las cubiertas.
- Los suelos bien en contacto con el terreno o con sótanos.
- Los huecos de fachada.
- Los puentes térmicos, que son las zonas especiales donde es más intensa la pérdida de calor y a los que hay que prestar mayor atención.

La envolvente térmica es, junto con las instalaciones térmicas, la parte más decisiva en lo que a eficiencia energética se refiere en edificios residenciales y que por lo tanto más efecto tiene sobre la calificación energética obtenida.

En las siguientes páginas se enumeran algunas de las posibilidades que existen y se están utilizando para la mejora de éstas partes críticas.

Los muros o cerramientos

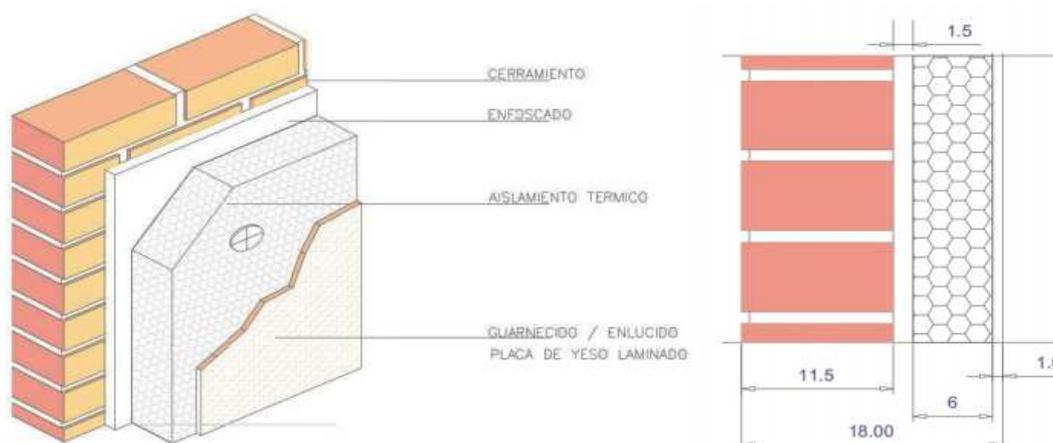
Esta es la parte del edificio que lo separa del exterior, y por lo tanto debe tener una elevada resistencia térmica para aislarlo correctamente del exterior. En los edificios antiguos es frecuente que nos encontremos cerramientos sin aislamiento térmico o con espesores demasiado pequeños, que no ofrecen una resistencia térmica adecuada.

Si la calificación energética obtenida es baja, ésta es una de las primeras partes susceptibles de ser mejoradas. Para ello existen varios sistemas que en definitiva se basan en mejorar o aumentar la composición del cerramiento, incidiendo en mayor grado en la capa de aislamiento térmico.

El coeficiente global se reduce incorporando paredes rígidas de aislante a las caras exteriores o interiores de los muros, o bien rellenando las eventuales cámaras de aire con aislamiento apropiado.

La medida es siempre interesante energéticamente si la fachada esta insuficientemente aislada o carece de aislamiento. La efectividad (ahorro energético derivado de su implementación) es mayor a medida que el clima es más frío y la fachada esta menos expuesta al sol, es decir, orientaciones norte, este y oeste por este orden y/o fachadas sombreadas durante el invierno y/o expuestas al viento dominante.

Aislamiento térmico por el interior



Fuente ANDIMAT

Este sistema de implementación de aislamiento térmico es una buena opción cuando existe imposibilidad de actuar desde el exterior. Eso puede pasar al tratarse de edificios cuyas fachadas están catalogadas o protegidas o bien porque se pretende aislar una parte de los mismos.

El sistema se basa en la colocación de aislamiento térmico en las caras internas de las fachadas y medianeras para después recubrirlo con un nuevo acabado interior.

El sistema genera fácilmente numerosos puentes térmicos, especialmente en los cantos de forjados. Para evitarlo es necesario aplicar aislamiento también en el primer metro de la cara superior del forjado.

Este sistema deja fuera de la envolvente la masa térmica del cerramiento (en caso de que exista), y por tanto permite un rápido calentamiento de las zonas habitables. En cambio los cerramientos no acumularán ni irradiarán calor hacia el interior. Es una técnica adecuada para edificios de uso intermitente diurno.

Esta técnica aumenta el riesgo de humedades de condensación en las zonas frías (puentes térmicos), especialmente en cuartos húmedos (cocinas, aseos...) por lo que resulta imprescindible utilizar un aislamiento de celda cerrada. O bien aplicar una imprimación anti humedad o barrera de vapor sobre la cara caliente del aislante.

En el caso de la existencia de cámaras de aire en la envolvente térmica del edificio a rehabilitar, existe la posibilidad de **rellenar** estas **cámaras con aislante térmico**. Este tipo de solución constructiva requiere una atención especial, tanto por la valoración de su idoneidad como por la ejecución. Se debe recurrir a este tipo de solución solo cuando queden descartadas otras posibilidades de implementación de aislamiento.

Las opciones más habituales son la inyección de espuma rígida de poliuretano o el insuflado de celulosa, de muy bajo impacto ambiental por ser realizado mediante papel reciclado y sales de bórax.

Sistemas de Aislamiento Térmico por el Exterior (SATE)

El aislamiento por el exterior en proyectos de rehabilitación consiste en añadir una capa superficial de aislamiento térmico fijada exteriormente a las fachadas y medianeras existentes para después protegerlo mediante un nuevo acabado exterior.

Su aplicación es especialmente recomendable cuando la fachada del edificio del que se pretende mejorar su aislamiento térmico sea sensiblemente plana y vertical.

En las caras exteriores, la colocación es razonablemente fácil en edificios de 1 o 2 plantas. Para edificios de alturas superiores aumenta la dificultad de acceso y por lo tanto el coste en medios auxiliares como son los andamios.



Preparación del soporte



Colocación del aislante



Acabado de mortero acrílico

Fuente: ANDIMAT

En fachadas masivas que tengan un cierto espesor, como los muros de carga, la implementación de aislamiento térmico por el exterior es óptima para el aprovechamiento de su inercia térmica en usos de 24 horas, como es el de vivienda.

Unida a un aprovechamiento de la energía solar pasiva a través de los huecos orientados a sur puede suponer descensos importantes de la demanda de calefacción.

También en verano la inclusión de la inercia térmica en la parte interior del cerramiento suele reducir la demanda de refrigeración.

Los acabados protegen el sistema de las sollicitaciones mecánicas, climatológicas y químicas y dan el aspecto final al edificio.

En los sistemas ligeros se realiza el acabado "in situ" y generalmente se trata de revocos o enfoscados reforzados mediante mallas de fibra de vidrio o tela de gallinero, que le dan cierta resistencia a la fisuración.

Para los sistemas pesados el acabado vendrá ya montado de fábrica junto con el aislamiento en paneles prefabricados y se colocarán sobre perfiles.

Sistemas de Fachada Ventilada

El caso particular de la fachada ventilada añade una cámara con posibilidad de que circule el aire. Habitualmente se realiza con un revestimiento sujeto a perfilaría metálica, que provoca una ventilación en la cámara. Esto se consigue mediante aperturas superiores e inferiores o a través del diseño de las juntas de la envolvente. Esta ventilación provoca un efecto chimenea que

sirve también para disipar parte de la energía calorífica absorbida por la hoja exterior del cerramiento.

La introducción de una perfilera metálica permite actuaciones más flexibles en lo que a materiales se refiere, a la vez que mejora la resistencia mecánica de la fijación al soporte. Mientras que el sistema no ventilado se limita prácticamente al poliestireno expandido y utiliza como acabado morteros acrílicos mono-capa, el sistema ventilado permite la utilización de multitud de aislantes y de revestimientos.

Tienen gran aplicabilidad en éste sistema las lanas de roca por sus buenas cualidades acústicas, así como los materiales cerámicos o metálicos para los acabados. También se utilizan en la actualidad paneles prefabricados de hormigón o de GRC (Micro-hormigón reforzado con fibra de vidrio) aunque no son muy recomendables para rehabilitación por su elevado peso.

Con las fachadas ventiladas se provee al edificio de un primer escudo frente a la inclemencia exterior además del substrato de aislamiento térmico y se consigue la disminución de la demanda energética. El coste de estos sistemas es mayor, pero muy interesante cuando sea necesaria la reparación de las fachadas del edificio.

Consideraciones de los SATE

En todos los casos debe garantizarse protección contra el agua, debiendo cuidarse especialmente las terminaciones con puertas y ventanas.

El coste del material del aislante es generalmente reducido comparado con el de la instalación. Por lo que un aumento sensible del espesor del aislante no lo significaría del coste, pues mano de obra y medios auxiliares son los mismos con independencia del grosor del nuevo recubrimiento. Se puede valorar la posibilidad de aislar por encima de la exigencia del Código Técnico (aproximadamente en un 20%) en los cerramientos con fuertes pérdidas.

El precio aumenta con la altura del edificio. El mantenimiento y el coste de sustitución deben ser realistas para la propiedad del edificio.

Las siguientes tablas arroja la comparación de las estimaciones entre el comportamiento de un mismo edificio multifamiliar, situado en Santander, bajo 3 supuestos diferentes. En un primer caso no cuenta con aislamiento térmico, en otro cuenta con el mínimo exigido por el CTE (25 mm) y en el último con una mejora de aislamiento respecto al CTE de 70 mm y 100 mm respectivamente.

GUÍA PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS RESIDENCIALES

MES	SIN AISLAMIENTO	CTE	70 mm
Enero	22955	19592	16776
Febrero	15033	12084	10550
Marzo	13670	11109	9255
Abril	8538	6831	5594
Mayo	4553	3696	3059
Junio	0	0	0
Julio	0	0	0
Agosto	0	0	0
Septiembre	0	0	0
Octubre	3587	2851	2728
Noviembre	12409	10281	8954
Diciembre	18829	15004	13757
Total (kWh)	99573	77069	70674
Total (kw/m²)	74.34	57.53	52.76
Porcentaje Ahorro	%	22.61	29.02

MES	SIN AISLAMIENTO	CTE	100 mm
Enero	22955	19592	18945
Febrero	15033	12084	11524
Marzo	13670	11109	10524
Abril	8538	6831	6354
Mayo	4553	3696	3451
Junio	0	0	0

Julio	0	0	0
Agosto	0	0	0
Septiembre	0	0	0
Octubre	3587	2851	2724
Noviembre	12409	10281	9904
Diciembre	18829	15644	15122
Total (kWh)	99573	82089	78553
Total (kw/m²)	74.34	62.72	61.28
Porcentaje % Ahorro		15.63	17.56

Fuente FEMP. Elaboración propia.

El Sistema de Aislamiento Térmico Exterior puede suponer un ahorro de entre un 25% y un 60% de energía, en función del estado y las propiedades de la envolvente de base. Si el cerramiento de base corresponde a una edificación anterior a las NBE-CT-79, que presumiblemente no tendría aislamiento, es cuando se esperan los mayores ahorros.

Además de los mencionados ahorros en consumo, cabe destacar las siguientes **ventajas**:

- La carga añadida a la estructura y cimentación es mínima
- El espacio interior es respetado, no afectando a sus superficies útiles.
- El trabajo puede ser realizado desde el exterior, sin molestar a los ocupantes del edificio.
- Protege el cerramiento original del edificio
- Corrige grietas y fisuras soporte evitando posibles filtraciones
- Elimina o reduce el efecto de los puentes térmicos, y el riesgo de condensaciones.
- Reduce la sollicitación térmica de la estructura (dilataciones)
- Optimiza el uso de la inercia térmica.
- Puede mejorar el aislamiento acústico del edificio según la solución empleada.
- Mejora de la estética del edificio.



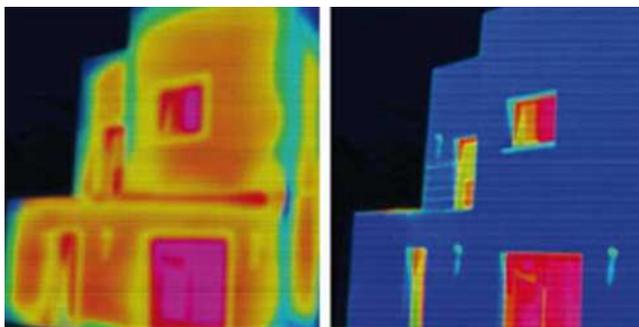
Antes del SATE

Después del SATE

Fuente (IDAE)

Como **inconvenientes** a su instalación:

- No debe usarse en edificios que vayan a recibir severos y repetidos impactos.
- Evitar la exposición a fuertes vientos; para utilizarlo en edificios de gran altura son necesarias soluciones especiales de ingeniería para asegurar la estabilidad a largo plazo.
- No es válido para edificios con fachadas protegidas porque se modifica el acabado superficial exterior de la fachada.
- Su implementación es complicada en fachadas poco regulares o con múltiples salientes.
- Requiere la aprobación conjunta de la comunidad de propietarios.



Fuente: ENERGENTA

Como conclusión se muestra una termografía de un edificio que muestra las zonas calientes y frías de un edificio antes y después de una rehabilitación con este sistema. Se puede apreciar con claridad como las zonas amarillentas de los muros se vuelven azules, lo que da muestra de la elevada reducción de calor de sus superficies.

Las cubiertas

La actuación consiste en añadir una capa de aislamiento térmico a las cubiertas existentes con el objeto de reducir su transmitancia térmica. Resolver adecuadamente el techo de los edificios tiene una fuerte incidencia en las condiciones de confort de los usuarios (desde el punto de vista térmico) y de higiene de los espacios.

El objetivo es reducir la demanda de energía mediante la reducción del coeficiente global de transferencia en cubiertas. El aislamiento térmico nos ayuda tanto a reducir las pérdidas de calor en invierno, como a reducir las aportaciones del sol en verano.

La medida es de gran interés para edificios de 1 o 2 plantas. Debe descartarse inicialmente para cubiertas de edificios de gran altura y/o que cuenten con un espacio tapón de amortiguación térmica, como los trasteros o zonas de almacenamiento no habitables.

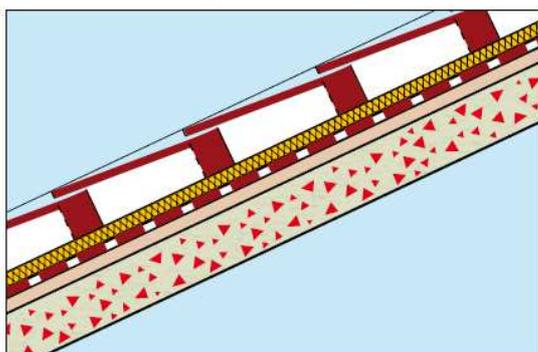
Al igual que en los muros, en las cubiertas el aislamiento térmico puede hacerse desde el exterior desde el interior. También hay que diferenciar entre cubiertas inclinadas o planas.

Aislamiento térmico de cubiertas por el exterior

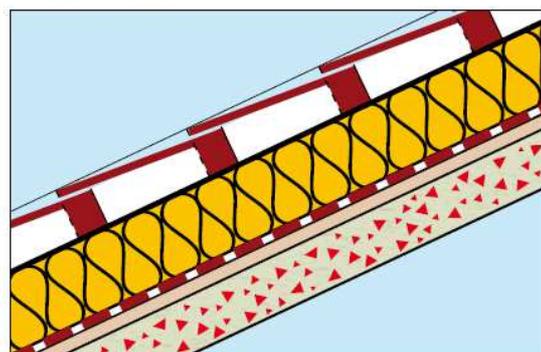
Esta medida es interesante cuando el estado actual de la cubierta precise de reparaciones destacables.

En el caso de la **cubierta inclinada**, el aislamiento por el exterior permite la recuperación como habitables de los espacios bajo cubierta de los edificios antiguos que tengan la condición de espacios no habitables. Aumentando la superficie útil del edificio y por lo tanto la rentabilidad de las obras de rehabilitación.

Antes de la rehabilitación



Rehabilitado con aislamiento

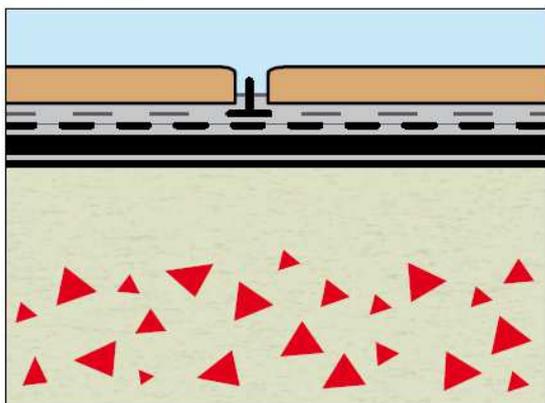


Fuente IDAE

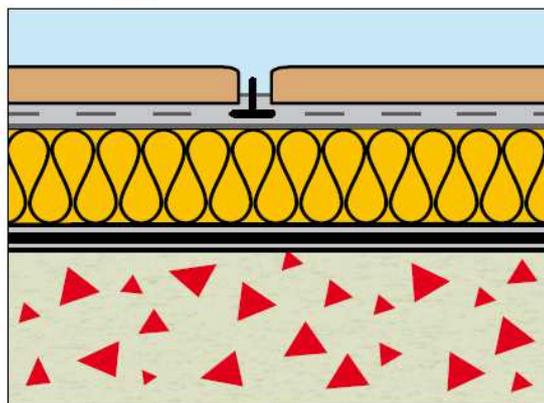
Para la rehabilitación de **cubiertas planas** se recomienda una cubierta plana invertida, de forma que el aislante sirva para proteger la lámina impermeabilizante. Al invertir las posiciones convencionales de impermeabilización y aislamiento térmico, la durabilidad de la impermeabilización aumenta notablemente.

Una cubierta invertida implica una exposición del aislamiento térmico a todas las inclemencias meteorológicas sin que por ello pueda perder su eficacia. Debe cumplir las siguientes exigencias: mínima absorción de agua por inmersión, resistencia a los ciclos de hielo y deshielo, y resistencia mecánica al manejo para su instalación y a las cargas a que se vea sometido durante y después de su instalación. Además debe ser imputrescible y tener buena resistencia al fuego.

Sin aislamiento



Con aislamiento



Fuente IDAE

La posición de la impermeabilización, bajo el aislante térmico, elimina cualquier riesgo de condensación intersticial ya que puede realizar la función de barrera de vapor.

El sistema permite instalar cualquier acabado: transitable, no transitable y cubierta verde, que realiza la función de protección que evita movimientos en las planchas de aislamiento térmico. Debido a la protección se tiene una sobrecarga en cubierta de más de 80 kg/m².

Aislamiento térmico de cubiertas por el interior

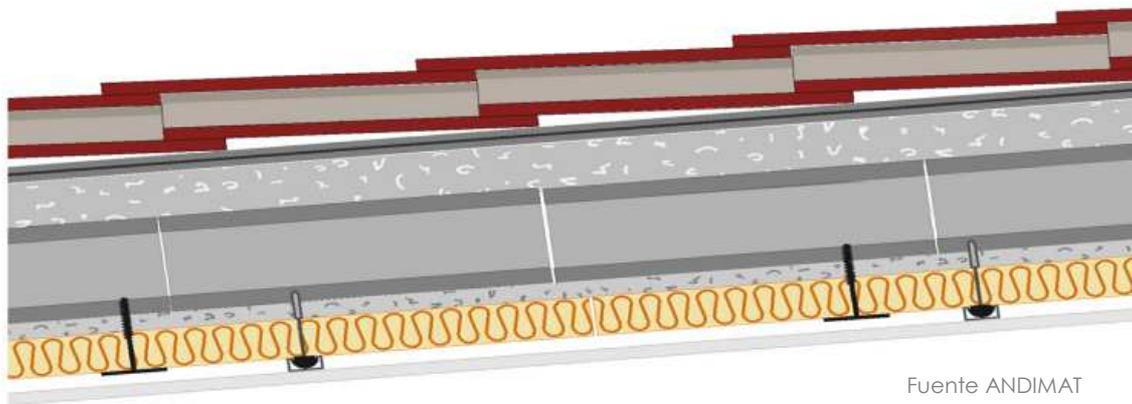
El aislante desde el interior se consigue aislando el techo de la vivienda superior. Es de ejecución sencilla y permite la utilización de materiales de aislamiento térmico de peor calidad y menor costo que en el aislamiento por el exterior.

Esta forma de acometer la implementación de aislamiento deja fuera de la envolvente térmica del edificio la masa correspondiente a la cubierta original. Se pierden así los beneficios de ahorro energético que proporciona la acumulación de calor en la parte interior del cerramiento superior. Esto se debe a que si se calienta la masa de la cubierta se consigue una inercia térmica que favorece la climatización de la vivienda.

Los sistemas de aislamiento térmico en cubierta pueden generar numerosos puentes térmicos y se deben cuidar las uniones entre elementos constructivos para evitar interrupciones en el aislamiento. En cualquiera de las soluciones de aislamiento térmico por el interior se debe calcular y comprobar que no aparezcan condensaciones intersticiales o superficiales.

Para los sistemas de aislamiento por el interior no es necesario que el material aislante térmico tenga las mismas prestaciones de resistencia, resistencia a la helada e impermeabilidad que se exigen al aislante que se va a situar por el exterior.

Lo más sencillo es clavar las planchas de aislamiento directamente a la construcción inferior (último forjado), de forma directa y recubrirlo con una placa de cartón-yeso como se muestra a continuación.



Fuente ANDIMAT

También es posible colocar el aislamiento térmico sobre un entramado de guías metálicas, a modo de falso techo suspendido, con la ventaja de que puede ser registrable para instalaciones de ventilación e iluminación.

En espacios bajo cubierta cuya pendiente esté conformada por tabiques palomeros, es habitual tender mantas de material aislante sobre el forjado limpio y libre de cascotes y entre los tabiquillos. Se desenrolla la manta con la barrera de vapor hacia abajo.

Los suelos

Esta mejora consiste en añadir una capa de aislamiento térmico a los suelos existentes con el objeto de reducir su transmitancia térmica.

Una parte de las pérdidas energéticas que se registran en un edificio se produce a través de los suelos, ya estén en contacto con el terreno (solera), sobre cámara ventilada no accesible (forjado sanitario), sobre espacios no calefactados (sótanos, garajes) o exteriores (soportales). Además, la temperatura superficial del suelo puede ser muy inferior a la temperatura ambiente, lo que provoca falta de confort por “radiación fría” y riesgo de condensaciones superficiales.

Debido al fenómeno de convección, el aire caliente asciende, por lo que ésta es quizá la menos efectiva de las medidas de mejora de la envolvente térmica, pero ante una posible rehabilitación, merece ser valorada. La colocación del aislamiento nuevamente puede ser por el interior o por el exterior.

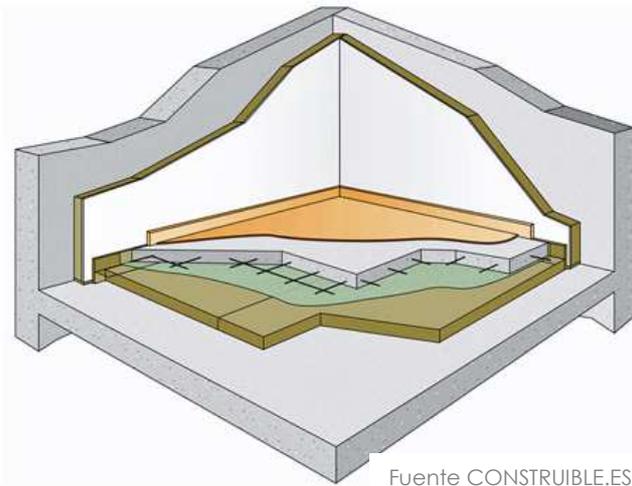
Aislamiento térmico de suelos por el exterior

El aislamiento térmico por el exterior se podrá realizar tan solo cuando exista un espacio con altura suficiente como para trabajar con comodidad para instalar el sistema de aislamiento, como una cámara sanitaria o un sótano ya que se realiza fijando el aislamiento térmico a la cara inferior del forjado. Utilizando aislantes de poro cerrado no se perderán prestaciones térmicas aunque el aislante se humedezca. Además es recomendable que el aislante sea resistente a los ciclos de hielo y deshielo, sea imputrescible y tenga buena resistencia al fuego.

Se recomienda fijar las planchas de aislamiento mediante sistemas mecánicos (espigas), que dan mejores garantías que los químicos (colas).

Aislamiento térmico de suelos por el interior

Se consigue aislando el suelo de la vivienda inferior por la cara superior del forjado. Es de ejecución sencilla y es interesante cuando sea necesario sustituir el suelo de la planta inferior habitable. El aislamiento por el interior producirá necesariamente una elevación de la cota del suelo en unos 7 a 10 cm, que debe ser tenido en cuenta especialmente para la accesibilidad a la vivienda. En el caso de la instalación de calefacción por suelo radiante, el aislamiento que incluye el sistema puede ser suficiente para cumplir el CTE.



Fuente CONSTRUIBLE.ES

Para los sistemas de aislamiento de suelos por el interior es necesario que el material aislante térmico tenga las prestaciones de compresibilidad y resistencia mecánica. Se debe tener en cuenta si se va a colocar directamente sobre él un revestimiento ligero, como el parquet de madera, o si se va a utilizar como base de una solera flotante de hormigón, más pesada. En este último caso es

conveniente armarla con un mallazo de reparto que evite cargas puntuales sobre el aislante.

En el caso de acabados ligeros como el parquet de madera o tarimas flotantes sobre rastreles, es posible colocar el aislamiento directamente bajo este. Los materiales aislantes que se colocan bajo el parquet, además de proporcionar aislamiento térmico, sirven de base a la madera procurándole una superficie más elástica que alarga su vida y la hace más confortable para el uso. Además se minimiza la transmisión del sonido de las pisadas.

La resistencia mecánica del aislante a las cargas a que se vea sometido, durante y después de su instalación, se toma como referencia admitida un valor de resistencia a compresión (según ensayo UNE EN 826) no inferior a 3 kp/cm².

Si se trata de forjados o soleras directamente sobre el terreno, se debe contar con un material imputrescible, de poro cerrado y con alta resistencia a la humedad, para evitar la ascensión por capilaridad.

Con este sistema, la barrera de vapor sólo será necesaria en el caso de suelos en contacto con el aire exterior como los voladizos.

Huecos de fachada.

La mayor pérdida energética a través de la envolvente en las condiciones climáticas de invierno se produce a través de los huecos, por lo que se hace necesario analizar minuciosamente esta parte en el proyecto de rehabilitación. El tratamiento de los huecos según su posición en fachadas de orientación a norte, sur, este u oeste sí que puede utilizarse en favor de la eficiencia energética.

La salubridad de los espacios interiores hace necesario a la hora de abordar un proyecto de rehabilitación de huecos, tener en cuenta la necesidad de facilitar la ventilación cruzada en las estancias de las viviendas.

El objetivo de este tipo de rehabilitaciones es reducir la demanda de energía mediante la sustitución de acristalamientos, carpinterías y/o la instalación de dobles ventanas.

El interés de esta medida debe ser cuidadosamente contrastado en base anual, ya que los efectos favorables de una actuación para régimen de invierno son generalmente de efecto contrario para régimen de verano.

Se deben limitar las pérdidas energéticas por las ventanas (un metro cuadrado de hueco pierde del orden de cinco veces más energía que la misma superficie de cerramiento).

Entre el 25% y 30% de nuestras necesidades de calefacción son debidas a las pérdidas de calor que se originan en las ventanas, por tanto son los elementos más propensos a la pérdida de calor.

Puede ser beneficioso introducir la radiación solar en el espacio interior a través de los huecos de fachada y de los lucernarios y claraboyas para conseguir un calentamiento pasivo en invierno.

Para temporada de calefacción, se incrementa el interés de la mejora en edificios con un porcentaje significativo de acristalamientos simples en fachadas orientadas al norte o fachadas sombreadas, pues son los que más pierden.

En las localidades de zonas cálidas el régimen de verano suele ser dominante, por lo que el mejor comportamiento en tiempo cálido supondrá la mejor opción.

En condiciones de verano las actuaciones que se proponen en esta sección tienen como fin primordial reducir la radiación solar que penetra en el edificio por las fachadas sur y que puede representar el componente más importante de la demanda de energía en refrigeración.

A la hora de la elección de las ventanas correctas, se tendrá en cuenta lo indicado en el apartado de diseño. Es importante saber elegir por separado el vidrio y el marco, ya que son dos componentes diferentes con resistencias térmicas diferentes. A continuación se expone una tabla con parámetros estándar de transmitancia térmica para las carpinterías y vidrios más comunes.

GUÍA PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS RESIDENCIALES

Tipo de marco	Metálico		Metálico con rotura de puente térmico		Madera		PVC	
Transmitancia térmica del marco (w/m²K)	5,7		4,0		3,2		2,2	
Fracción del hueco ocupada por el marco	0,10	0,20	0,12	0,25	0,15	0,30	0,20	0,40
Vidrio simple de 4 a 10 mm	5,7	5,7	5,5	5,3	5,3	5,0	5,0	4,3
Vidrio doble 4-6-4 a 6-12-6	3,5	3,8	3,4	3,5	3,3	3,2	3,0	2,9
Vidrio doble 4-12-4 a 6-20-6	3,1	3,4	2,9	3,1	2,8	2,9	2,7	2,5
Vidrio doble bajo emisivo	2,6	3,0	2,5	2,7	2,4	2,6	2,3	2,3

Fuente IDAE (Elaboración propia)

La siguiente tabla muestra el factor solar según el tipo de vidrio y el color de la carpintería.

Tipo de marco	Metálico		Metálico con rotura de puente térmico		Madera		PVC	
Fracción del hueco ocupada por el marco	0,10	0,20	0,12	0,25	0,15	0,30	0,20	0,40

Vidrio simple de 4 a 10 mm	Marco oscuro	0.8	0.7	0.8	0.7	0.8	0.6	0.7	0.6
	Marco claro	0.8	0.7	0.8	0.7	0.7	0.6	0.7	0.5
Vidrio doble	Marco oscuro	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.6	0.6	0.5
	Marco claro	0.7	0.6	0.7	0.6	0.7	0.5	0.6	0.5
Vidrio doble bajo emisivo	Marco oscuro	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5	0.4
	Marco claro	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4

Fuente IDAE Elaboración propia

La mejora se puede realizar de varios modos, bien sustituyendo los vidrios de carpinterías ya existentes, bien sustituyendo las ventanas completas por otras nuevas o bien doblando las ventanas, con la implementación de nuevas ventanas junto a las ya existentes.

La **sustitución de vidrios**, suele hacerse sobre carpinterías de madera ya existentes con el fin de aprovechar sus buenas condiciones térmicas, desechando los vidrios monolíticos de baja calidad.

Hay que comprobar que el espesor de las carpinterías es suficiente como para albergar los nuevos vidrios que tendrán mayor espesor que los antiguos para cumplir el CTE.



Fuente IDAE

El cambio de ventanas supone la sustitución total de vidrio y marco. Las nuevas ventanas deberán cumplir las exigencias del CTE-HE1, aunque se recomienda superarlas para lograr aumentar la eficiencia energética del inmueble.

Para el caso de doblado de ventanas, hay que decir que consiste literalmente en colocar dos ventanas en cada hueco. Se trata de una solución a considerar en zonas frías, tradicionalmente utilizada en zonas de alta montaña. Se debe

comprobar que el espesor de fachada es suficiente para admitir la instalación de una segunda carpintería. Se crea una cámara de aire entre las dos ventanas que aporta resistencia térmica al conjunto, disminuyendo la transmitancia. Las ventanas más apropiadas para esta instalación son las correderas, ya que no tropiezan en sus trayectorias de apertura. Es importante el sellado de ambas carpinterías para evitar infiltraciones que pueden acabar con la resistencia térmica de la cámara.

Respecto a los elementos de control solar que pueden instalarse en los huecos, nos remitiremos a lo ya expuesto en la fase de proyecto.

No hay que olvidar que la carpintería es el segundo elemento de la envolvente térmica que más pérdidas produce tras los cerramientos y por lo tanto merece ser estudiado en detalle antes de acometer una rehabilitación, ya que puede contribuir de forma importante en la calificación energética que se obtenga y, por extensión, en los consumos y emisiones.

5.5.2. Mejora de las instalaciones y equipos

Las instalaciones térmicas de un edificio son la gran fuente de consumo de energía del mismo. Una vez mejorada la envolvente térmica para minimizar las pérdidas de calor se estudia la producción de este calor.

Optimizar la energía consumida en la producción de calor se consigue mediante la instalación de sistemas de producción eficientes.

Los sistemas de producción de calor en los edificios tradicionalmente están formados por calderas que consumen combustibles fósiles, como carbón, gasóleo o gas. La importancia de reducir los consumos de éstas fuentes de energía está en su poder contaminante. Por lo tanto se deben reducir al máximo su uso mediante equipos eficientes y con la incorporación de sistemas de producción auxiliar mediante renovables.

Los sistemas de producción tradicionalmente han sido centralizados, mientras que en los últimos años se estaba tendiendo a la instalación de calderas individuales en las viviendas.

Los sistemas de producción centralizados son más eficientes que los individuales debido al factor de escala, los coeficientes de simultaneidad y la mayoración que requieren los sistemas individuales. Como ejemplo, para un bloque de 23 viviendas se necesitarían 23 calderas individuales de 24 Kw (un total de 552 Kw) mientras que la misma demanda se cubriría con un sistema

centralizado de 2 calderas de 80 Kw (total 160 Kw). Por lo tanto un sistema individual se mayoraría del orden de 3,5 veces.

Actualmente se consigue la medición del consumo individual dentro de un sistema centralizado.

Este tipo de mejoras no son aplicables en todos los casos a nivel colectivo ya que las instalaciones centralizadas necesitan espacios para equipos y depósitos que tienen que cumplir unas características mínimas sobre todo en cuanto a espacio.

Cambio de calderas.

Calderas de combustibles fósiles

Las calderas estándar funcionan a una temperatura constante, de aproximadamente 80°C de media. No permiten adaptar el consumo a las diferentes demandas que se producen en función de la época del año, momento del día o temperatura exterior.

En el caso de un edificio en invierno a primera hora de la mañana, con -3° C de temperatura en el exterior, funciona igual que a medio día con 15°, por lo que se produce un derroche de energía.

Funcionan siempre a la máxima capacidad para la que han sido diseñadas, por lo que generan temperaturas en muchos casos excesivas, desperdiciando hasta un 50 % del combustible.

Las calderas estándar no permiten su funcionamiento a temperaturas más bajas que las de diseño porque el retorno del agua a una temperatura más baja, favorecería la condensación de los gases productos de la combustión provocando condensaciones ácidas que impedirían su funcionamiento.

Las calderas de baja temperatura, más modernas, están preparadas para condensaciones ácidas. Permiten adaptar la temperatura de trabajo en función de las necesidades reales de cada momento, con el consiguiente ahorro de energía.

Para una temperatura exterior de 5 °C, se tendría una temperatura de impulsión de 60 °C, a medida que la temperatura exterior aumentase se puede bajar la temperatura de impulsión hasta unos 30 o 40 °C, que suele ser su límite inferior de trabajo.

Durante los periodos en los que no hay demanda, como por ejemplo en verano, la caldera solo funciona para cubrir la demanda de ACS cuando la temperatura del agua descienda de 40 °C.

Las calderas de condensación permiten aprovechar el calor latente de los gases derivados de la combustión para aumentar el rendimiento.

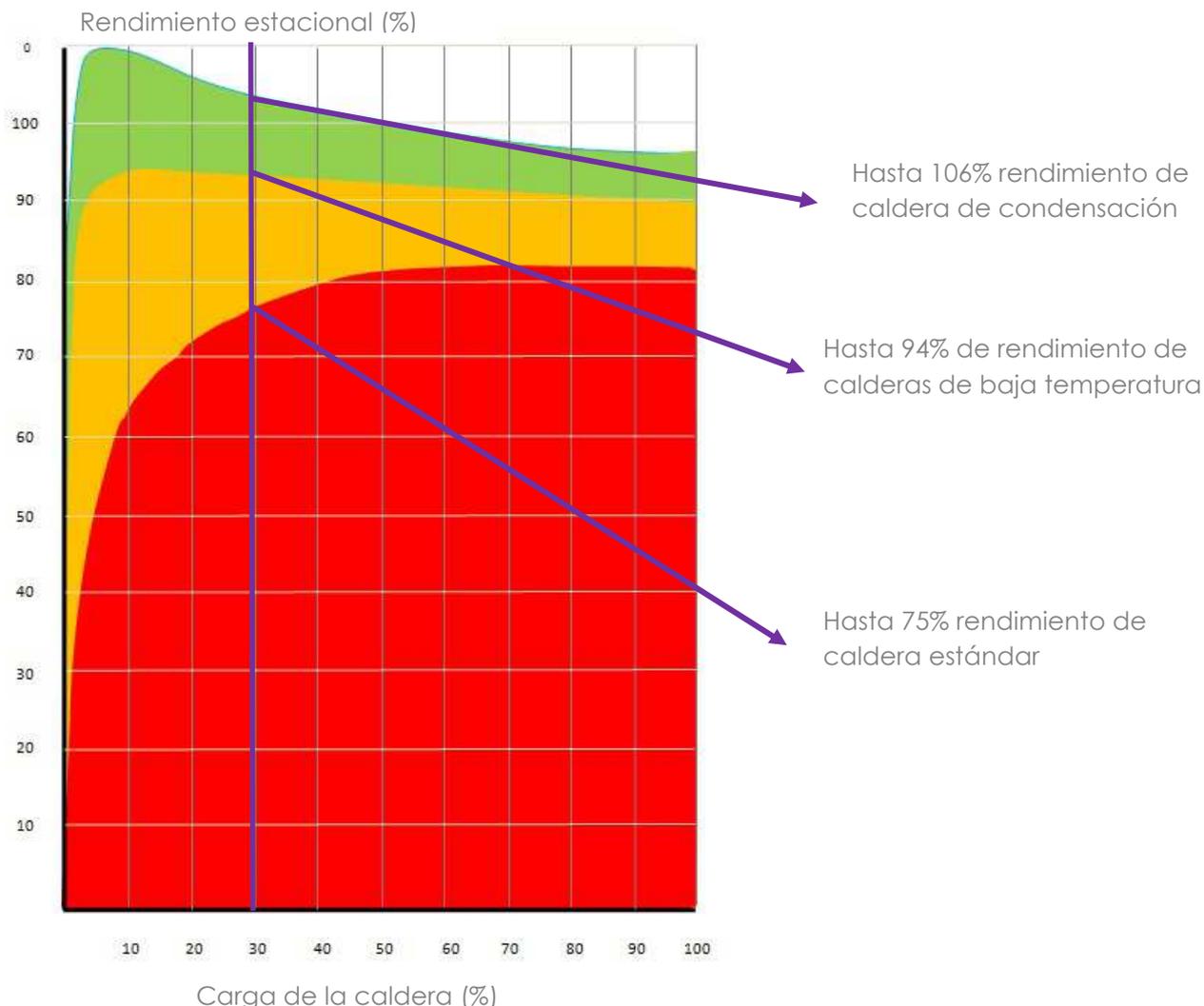
En la fase de combustión los componentes combustibles, principalmente Carbono e Hidrógeno reaccionan con el oxígeno del aire, generando calor, dióxido de carbono y vapor de agua.

Descendiendo la temperatura de las paredes con el agua de la caldera, a menor temperatura que el punto de rocío del vapor de agua, se consigue la condensación de este vapor, Al condensar el vapor de agua desprende calor a las paredes que se utiliza para calentar el agua de la caldera.

Los rendimientos de este tipo de calderas suelen ser superiores al 100%. Esto se debe a que la referencia para el rendimiento es el Poder Calorífico Inferior (PCI), que define la cantidad de calor liberada tras una combustión completa cuando el agua que contienen los gases se encuentra en forma de vapor. Como se aprovecha el vapor de agua el rendimiento es superior a cuando este no se aprovecha.

Los materiales utilizados para condensar este vapor son de alta resistencia a la condensación ácida que se produce.

Por todo esto los rendimientos de los sistemas actuales mejoran notablemente el de los sistemas convencionales como se muestra en la figura adjunta.



Fuente IDAE/FENERCOM

Una caldera de baja temperatura puede arrojar ahorros de un 15 % respecto a una estándar. Una de condensación un 30 % respecto a una estándar.

Para el cambio de caldera hay que decantarse por la instalación de calderas de condensación y de baja temperatura. Son más caras, pero su alto rendimiento provoca ahorros económicos suficientes para amortizar el sobrecoste en un periodo de 5 a 8 años, menos de la mitad de la vida útil de la máquina. También conviene saber que las calderas de cuerpo presurizado consumen un 20 % menos energía que las atmosféricas.

Es muy importante aislar térmicamente los tramos de tuberías que discurren por zonas no calefactada: Salas de calderas, trasteros, garajes, falsos techos, etc. Más del 10 % de la energía empleada en calefacción se puede perder a través de las tuberías de distribución, si no están aisladas adecuadamente.

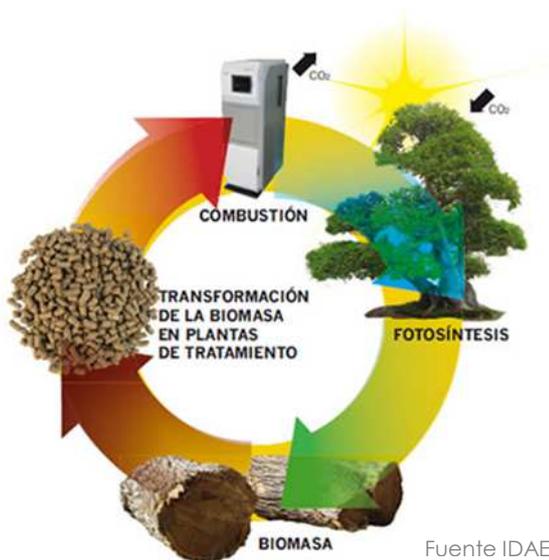
Instalación de biomasa:



Fuente IDAE

La biomasa es el conjunto de materia orgánica, tanto de origen vegetal como animal, donde se incluyen aquellos materiales procedentes de su transformación natural o artificial. Ejemplos de biomasa son madera, productos derivados de cultivo, estiércol de animales, virutas o pellet entre otros. La biomasa es una de las tecnologías de mayor desarrollo

en España en los últimos años ya que ofrece unos niveles de calidad y economía superiores con mucho al gasoil.



Fuente IDAE

La biomasa tiene carácter de energía renovable ya que su contenido energético procede en última instancia de la energía solar fijada por los vegetales en el proceso fotosintético. Esta energía se libera al romper los enlaces de los compuestos orgánicos en el proceso de combustión, dando como productos finales dióxido de carbono y agua. Por esta razón, los productos procedentes de la biomasa

que se utilizan para fines energéticos se denominan biocombustibles, pudiendo ser, según su estado físico biocombustibles sólidos (los que son utilizados básicamente para fines térmicos y eléctricos) y líquidos (biocarburantes para automoción).

Calderas de biomasa

Las calderas de biomasa han ido evolucionando a lo largo de la historia de tal forma que en la actualidad disponen de alimentación automatizada de combustible y arranque automático. Todo esto supone una notable aportación a la reducción del efecto invernadero y una gran mejora de la economía que alcanza en muchos casos un ahorro de hasta el 70 % frente a los combustibles fósiles. Si a su vez se combina con sistemas de placas solares

térmicas y suelo radiante el gasto en su factura por calefacción será aún menor.

El combustible: Los Pellets.

Los residuos biomásicos de origen forestal se pueden utilizar para usos energéticos, produciendo una gama diversa de productos tales como biogás,



Fuente IDAE

leña, chips, pellets y briquetas. La búsqueda de recursos energéticos que reemplacen al petróleo es objeto de grandes inversiones en el mundo desarrollado. La fabricación de pellets de madera es una de las alternativas que está siendo promovida en Europa. Los buenos precios internacionales del producto invitan a su expansión y desarrollo como alternativa sostenible

frente a formatos más tradicionales y dañinos para el medioambiente.

Los pellets son cilindros pequeños que se preparan mediante prensas de granulación, semejantes a las utilizadas para la fabricación de los piensos compuestos. La compactación se consigue de forma natural o mediante la adición de elementos químicos que no contengan elementos contaminantes durante la combustión. Es un producto muy manejable que puede servir para automatizar instalaciones de pequeño o mediano tamaño.

El principal inconveniente de éste sistema es su almacenaje, ya que debe reservarse un espacio con acceso para suministro y que permita la instalación de un depósito que garantice el funcionamiento autónomo durante al menos tres semanas.

Estudio económico comparativo de biomasa frente a gasóleo y gas natural

Para que la biomasa sea la opción elegida, debe haber un atractivo de tipo económico a igualdad de fiabilidad y seguridad en el servicio.

La ventaja económica principal de la biomasa sobre el gas natural o el gasóleo, y mucho más respecto a los gases licuados del petróleo o la electricidad, radica en el menor coste del combustible y en una mayor estabilidad del precio de éste, al no depender de los precios del petróleo. Esta ventaja tiene que equilibrar y prevalecer frente al mayor coste de inversión inicial que supone instalar un sistema de biomasa que su equivalente de gas o gasóleo.

Como ejemplo, se aporta un estudio económico del IDAE para un edificio residencial que consta de un bloque aislado de nueva construcción, formado por 20 viviendas de 100 m², dispuesto en cinco pisos en la provincia de Valladolid.

Dado que el mercado de calderas de biomasa ya ofrece una amplia gama de posibilidades, se han estudiado dos casos de biomasa en los que lo que varía es la inversión, no el coste de instalación. Se puede considerar que el coste de los equipos de biomasa puede variar en un 20% de uno con respecto a otro. Por tanto, se comparan cuatro situaciones: una con gas natural, otra con gasóleo y dos con biomasa.

Los datos generales para el estudio comparativo han sido:

- Superficie calefactada 2.000 m².
- Potencia térmica instalada 200 Kw
- Subvención del 30% a la inversión en el sistema de biomasa.
- 1.500 horas de funcionamiento anual.
- Consumo anual 300.000 kWh/año.
- IPC: 3%. No se contemplan incrementos diferentes para biomasa, gas y gasóleo.
- IVA: 16%.

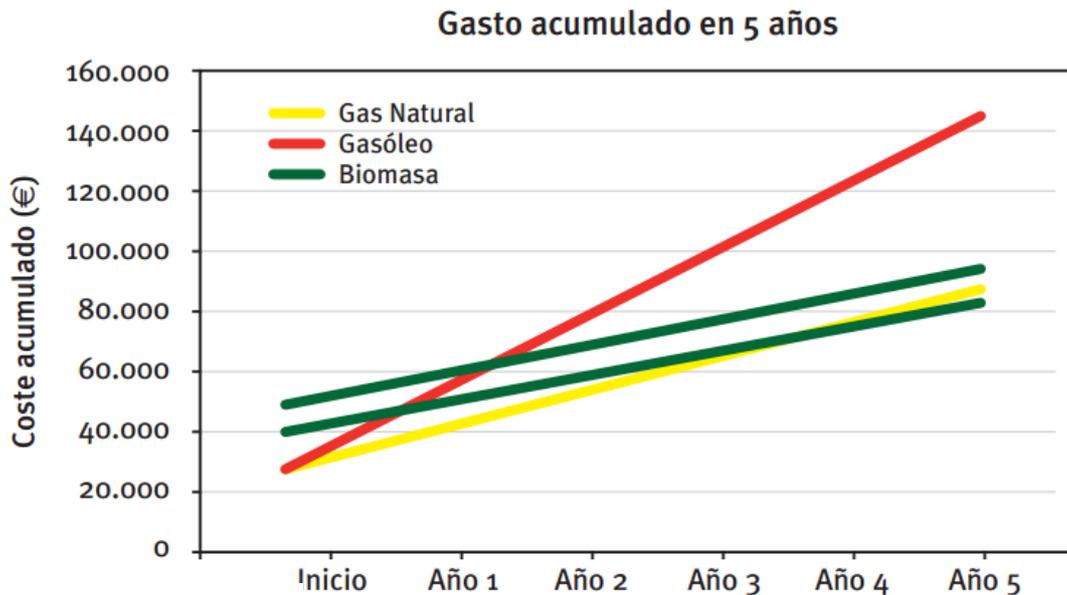
	Gasóleo	Gas Natural	Biomasa
Inversión³ (€)	23.888	24.000	55.130/45.564
Coste de operación y mantenimiento (€/año)	120	120	120/120
Consumo anual	30.000 kg	300.000 kWh	85.714/85.714 kg
Subvención (%)	0	0	30/30

Fuente HC Ingeniería (IDAE)

A continuación se muestran dos gráficas comparativas del gasto acumulado para 5 y 15 años de los cuatro casos del sistema de calefacción descritos anteriormente.

El primer año, los sistemas menos rentables son los alimentados por biomasa. Pero a partir de entonces, la biomasa comienza a ser muy rentable frente al gasóleo, creciendo los gastos de éste fuertemente respecto a los otros dos combustibles. La biomasa, en su versión de menor inversión inicial, se hace plenamente competitiva con el gas natural a partir del 4º año.

La vida útil de un sistema de calefacción se estima en un mínimo de 15 a 20 años. Por tanto, la decisión habría que tomarla por sus efectos a largo plazo. En ese caso, la biomasa y el gas natural acumulan costes de forma similar hasta el año 7, momento en que el menor coste de la biomasa invierte la situación, haciéndose la opción más barata de ahí en adelante.



Fuente IDAE

A la anterior situación hay que añadir el efecto que puede tener un incremento de coste diferente de los diferentes combustibles. Si bien es muy difícil prever una inflación a largo plazo, no es arriesgado anticipar que si alguno de los tres combustibles se encarece menos a lo largo del tiempo, ese será la biomasa, ya que no depende de vaivenes de los mercados internacionales ni del incremento de la demanda mundial de crudo.

Calderas de micro-cogeneración

Se basa en utilizar el calor que se produce al convertir la energía de un combustible en electricidad, a su vez como fuente de energía.

Se considera micro-cogeneración a las plantas de cogeneración de potencia inferior a 50 Kw Y cogeneración a pequeña escala las de potencia inferior a 1 MW.



Cualquier edificio, centro productivo, instalación deportiva u hostelera que tenga una demanda razonable de energía térmica (calor y/o frío) es

susceptible de albergar una de estas plantas y de compatibilizarse con su sistema actual.

Es posible su implantación en centros aislados de la red eléctrica de distribución, siempre y cuando haya un aprovechamiento térmico (albergues, casas rurales, etc.).

Es un buen sistema de ahorro energético y económico, aunque como la reducción del consumo eléctrico hoy por hoy no está contabilizada a la hora de mejorar la calificación energética, su implantación no significará un aumento de ésta calificación.

Aporte energético de renovables

Como apoyo a los sistemas de producción antes nombrados, se pueden incluir sistemas de contribución con energías renovables. El CTE, exige una contribución de renovables mínima del 30% para la producción de ACS (agua caliente sanitaria), sin perjuicio de que otras normativas municipales puedan aumentar esa exigencia.

En una instalación de una caldera de biomasa, al considerarse ésta como energía renovable, no es necesario implementar ningún sistema más.

En otros casos habrá que instalar un sistema auxiliar a la producción de ACS. El más común de éstos es el de energía solar térmica.

Energía Solar Térmica

Las instalaciones de captación solar permiten reducir la factura energética con unos costes de mantenimiento mínimos.

La principal aplicación de estas instalaciones es el suministro de agua caliente, normalmente en conexión con otros sistemas convencionales a los que sirve de apoyo.

Las condiciones mínimas técnicas que se deben dotar lo edificios para la implantación de una instalación de energía solar térmica en un edificio o comunidad de vecinos deberán ser lo siguientes:

- Deber contar con un sistema de agua caliente sanitaria central. En el caso de no disponer de una instalación de semejantes características (p. e. calderas individuales) supondría un sobre coste en la inversión que difícilmente justifica la viabilidad del proyecto.

- El edificio deberá disponer de una cubierta plana accesible para la instalación de los colectores solares, o bien una zona soleada para la instalación de los paneles.
- La posibilidad de instalar paneles solares en otro tipo de cubiertas es factible como por ejemplo cubiertas inclinadas, debiéndose considerar un sobrecoste en la instalación.
- La energía solar térmica requiere de sistemas de acumulación de la energía térmica producida por los paneles durante el día para posteriormente poder descargar dicha energía cuando sea solicitada la demanda de agua caliente, por consiguiente, se deberá de prever un espacio para albergar los depósito/s de acumulación, siendo un requisito esencial que debe de disponer el edificio.
- Un factor importante es el número de viviendas del edificio o comunidad, a mayor número de viviendas el coste de la inversión respecto al ahorro conseguido mejora, por lo que se consiguen mejores resultados de viabilidad económicas en comunidades de mayor número de vecinos.
- Un grado de ocupación estable en el tiempo.
- Emplazamiento con buenas condiciones de captación, sin sombras o pérdidas de eficacia y con orientación favorable, preferentemente al sur.

La instalación debe realizarse con criterios de optimización económica, buscando además la integración arquitectónica con el entorno.

Descripción Técnica y Equipos

El principio de funcionamiento de estas instalaciones se basa en la captación de la energía solar térmica mediante el empleo de colectores, que utilizan un fluido portador del calor para su transmisión a baja temperatura ($\leq 60^{\circ}\text{C}$). Los colectores o captadores solares están conectados entre sí y, generalmente, transfieren la energía captada mediante un sistema intercambiador a un depósito acumulador. La finalidad del acumulador es adaptar en el tiempo la disponibilidad de agua caliente a la demanda, facilitando el abastecimiento mediante un sistema de distribución a los puntos de consumo.

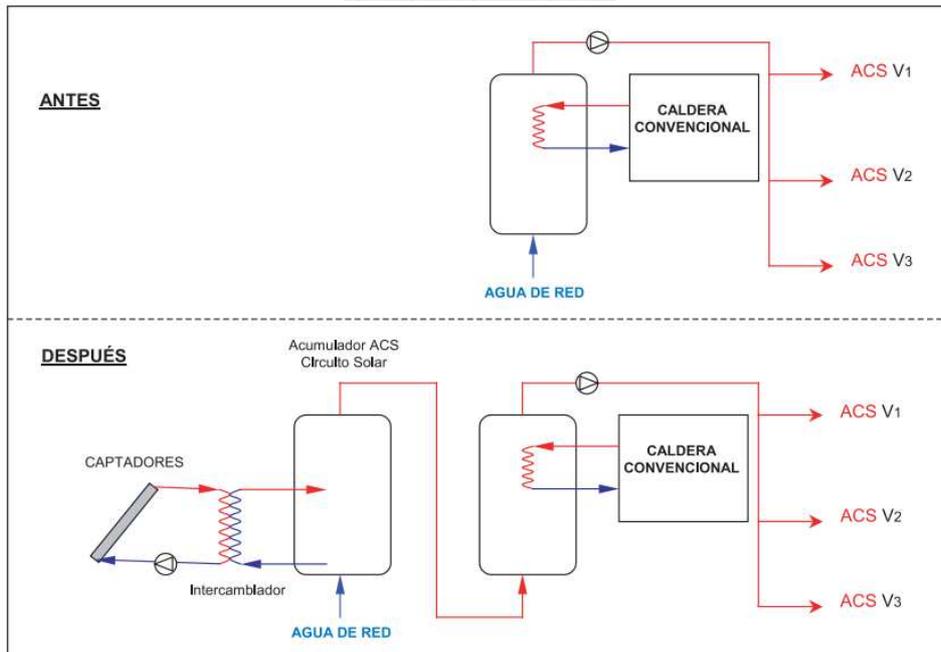
Puede realizarse la transformación de una red colectiva de vecinos (V1, V2,...), de un sistema convencional centralizado a un sistema centralizado con aprovechamiento solar.

En el caso de un sistema descentralizado de una red de agua caliente en una Comunidad de Vecinos (V1, V2,...), hay que tener en cuenta que puede que no contemos con el espacio necesario para instalar el acumulador de ACS al no haber un cuarto de calderas dónde ubicarlo. Esto provoca un

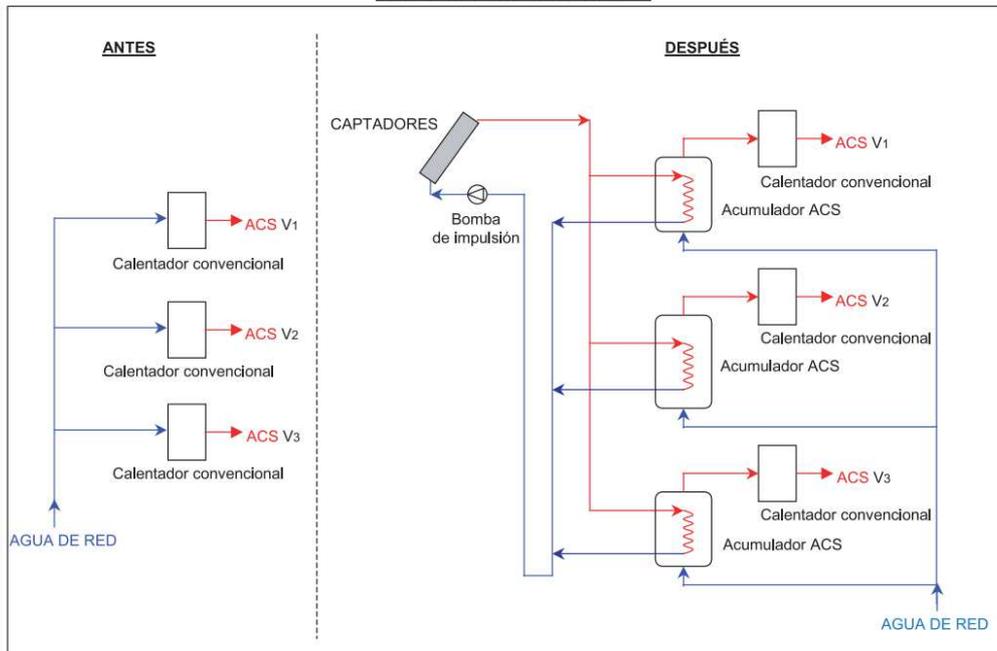
aumento del gasto al tener que introducir un acumulador individual por vivienda, como ya hemos dicho anteriormente, los sistemas centralizados de producción son más económicos y de mayor rendimiento que los individuales.

Un esquema tipo de estas instalaciones podría ser el que se muestra a continuación, para sistema centralizado e individual.

SISTEMA CENTRALIZADO



SISTEMA DESCENTRALIZADO



Equipos Principales:

- Captadores solares (normalmente de tipo plano), aislados y con cubierta transparente.
- Acumulador de agua caliente aislado y con protección catódica.
- Intercambiador de calor compatible con el fluido portador del calor y dimensionado para resistir temperaturas y presiones de trabajo.
- Interconexión con el sistema convencional existente, sistema de distribución y auxiliares: tuberías, vasos de expansión, bombas, válvulas, purgadores, sistemas de control.

Criterios de Diseño de la Instalación

Los criterios que deben considerarse a la hora de diseñar y acometer una instalación solar de aprovechamiento térmico para una comunidad de vecinos incluyen:

- Evaluación de las necesidades energéticas de los usuarios de los equipos térmicos, a lo largo del año.
- Nivel de insolación del lugar a lo largo del año.
- Temperatura del agua de red a lo largo del año.
- Tipología y características de la instalación térmica y del sistema de acumulación convencional (centralizada/descentralizada).
- Espacio disponible y características del mismo para la instalación de captadores y acumuladores.
- Integración arquitectónica, impacto visual y paisajístico.

Estos criterios, junto con los parámetros de inversión, permiten definir el esquema básico de la instalación y el aporte solar (relación entre la energía proporcionada por la instalación de energía solar y la demanda total) más adecuado.

Buenas prácticas para instalaciones de Energía Solar Térmica

- La energía solar térmica puede utilizarse de forma satisfactoria en toda nuestra geografía, dado que España es uno de los países europeos que más radiación solar por unidad de superficie recibe a lo largo del año.
- Para edificios de viviendas en España, se suelen instalar, de media, entre 1,5 y 2 m² de superficie de captadores solares térmicos por vivienda de la comunidad de vecinos.
- Si una comunidad de vecinos tiene una piscina descubierta climatizada, es obligatorio utilizar exclusivamente sistemas de aprovechamiento solar para calentar el agua. Este calentamiento (con temperaturas de 26 a 28°C) supone una mejora de la eficiencia de la instalación solar de ACS.

- La aportación de los sistemas de energía solar térmica puede ser un complemento interesante como apoyo a sistemas de calefacción que utilicen agua a menos de 60 °C (sistemas de suelo radiante y sistemas de "fancoil"). Estos sistemas requieren una mayor superficie captadora que el ACS para abastecer la demanda.
- Existen en el mercado lavadoras y lavavajillas bitérmicos, con dos tomas de agua independientes: una para el agua fría y otra para la caliente. De este modo, el agua caliente se toma del circuito de ACS centralizada, procedente del sistema de energía solar y de la caldera convencional. Gracias a ello, se reduce un 25% el tiempo de lavado y se ahorra energía y dinero.
- A la hora de realizar una instalación de energía solar térmica debe exigirse un contrato con el instalador que especifique el precio total y los trabajos y materiales que se incluyen en el mismo. El contrato debe incluir la obligación por parte del instalador de proporcionar al cliente, una vez finalizada la obra, una memoria técnica, un manual de operación y mantenimiento y una garantía de la instalación y de sus componentes.
- Es muy recomendable firmar un contrato de mantenimiento de la instalación, una vez finalizada la obra.
- Es importante que los depósitos acumuladores y las tuberías de distribución de agua caliente estén bien aislados.
- Desde 1998, toda nueva construcción debe incluir contadores individualizados para los sistemas centralizados de calefacción y agua caliente sanitaria. Esto permite un mejor reparto del gasto de energía de la Comunidad y un ahorro en su consumo.
- Existe un conjunto de disposiciones legales en el ámbito de la Comunidad de Propietarios que le conviene conocer, entre ellas la "Ley de la Propiedad Horizontal" y el "Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)", y que le ayudarán a tomar decisiones.
- Otras normativas a considerar son las Ordenanzas Municipales sobre instalaciones de energía solar.

A día de hoy, muchas comunidades están utilizando como fuente de energía combustibles tales como el gas natural, gasóleo o carbón para la producción de agua caliente sanitaria con un coste elevado.

Mediante la inversión adecuada, y ajustada a las características de cada edificio, en instalaciones solares se produce un ahorro de combustible mediante la aportación de la energía solar. Así se consigue una amortización de la instalación, y, una vez amortizada, un ahorro económico en el gasto de combustible para el resto de los años de utilización de la instalación.

Tomando como referencia el coste promedio energético del consumo de ACS en una vivienda mediante calderas convencionales (gas, electricidad, etc.), el ahorro medio que cada usuario de instalaciones de solar térmica debería obtener en su factura energética no debería ser inferior a 120 €/año en el caso del gas, o de 200 €/año en el caso de la electricidad.

Ventajas de las Instalaciones de Energía Solar Térmica

- Ahorro de Combustibles y Mejora Medioambiental

La energía solar es una fuente de energía inagotable y no contaminante. Reduce la dependencia de combustibles escasos y costosos y los problemas derivados de su utilización en sistemas térmicos convencionales.

- Garantía Tecnológica y Fiabilidad

En España existe un gran número de fabricantes con productos solares competitivos. La vida útil media de las instalaciones es de unos 20 años. Las tecnologías, equipos y materiales utilizados son fiables y cumplen con la legislación y la normativa de homologación vigente.

Inconvenientes de las Instalaciones de Energía Solar Térmica

En un porcentaje muy elevado (probablemente superior al 80%) los potenciales usuarios/beneficiarios de estas instalaciones desconocen el por qué y para qué de las mismas, y más importante, si funcionan o no funcionan. Consecuentemente, muchos no saben si se benefician o no de ellas, lo que les imposibilita en caso de mal funcionamiento para ejercer cualquier reclamación de sus derechos de uso y disfrute que adquirieron cuando compraron la vivienda.

Si la instalación solar térmica no funciona, el servicio lo continúa dando el sistema convencional (gas, electricidad, etc.); pero, y esto es lo que desconoce el usuario, a un coste muy superior en su factura energética esperada.

Como consecuencia, en un porcentaje también elevado del orden del 30%, las instalaciones solares térmicas no se les somete a control alguno ni al preceptivo mantenimiento preventivo, lo que incide en su progresivo deterioro, en un funcionamiento deficiente y, finalmente, en un fallo del servicio.

Finalmente, a los usuarios afectados por esta concatenación de circunstancias no les cabe otra explicación que dudar de la madurez tecnológica de las instalaciones solares térmicas.

Por lo tanto hay que destacar la importancia de realizar el correcto mantenimiento de los equipos para conseguir maximizar su rendimiento.

Energía solar fotovoltaica

El aprovechamiento de la radiación solar consiste en su transformación directa en energía eléctrica por el efecto fotovoltaico. Este proceso se consigue materiales que tienen la propiedad de absorber fotones y emitir electrones. Cuando estos electrones libres son capturados, el resultado es una corriente eléctrica que puede ser utilizada como electricidad.

En la actualidad no es posible su implantación ya que la energía producida no se puede incorporar a la red. Sería muy complejo dimensionar la red de distribución eléctrica sin conocer qué usuarios y cuánta cantidad de energía aportarían a la red.

No obstante, está pendiente de aprobación el decreto de autoconsumo con balance neto. Es decir, permite verter a la red eléctrica el exceso producido por un sistema de autoconsumo con la finalidad de poder hacer uso de ese exceso en otro momento. De esta forma, la compañía eléctrica que proporcione la electricidad cuando la demanda sea superior a la producción del sistema de autoconsumo, descontará en el consumo de la red de la factura, los excesos vertidos a la misma.

Minieólica

La energía minieólica es el aprovechamiento de los recursos eólicos mediante la utilización de aerogeneradores de potencia inferior a los 100 kW.

De acuerdo con las normas internacionales, los molinos de esta tecnología deben tener un área de barrido que no supere los 200 m².

Esta tecnología cuenta con una serie de ventajas:

- Permite el suministro de electricidad en lugares aislados y alejados de la red eléctrica.
- Genera energía de manera distribuida reduciendo de este modo las pérdidas de transporte y distribución.
- Produce electricidad en los puntos de consumo, adaptándose a los recursos renovables y a las necesidades energéticas de cada lugar.
- Puede combinarse con fotovoltaica en instalaciones híbridas.
- No requiere casi obra
- Ocupa poco espacio

- Impacto visual reducido
- Bajo mantenimiento

De igual manera que con la energía fotovoltaica, en España actualmente no existe una normativa que regule específicamente instalaciones conectadas a la red (excepto pequeñas instalaciones experimentales). Por esta razón la mayoría de instalaciones mini-eólicas en España son aisladas.

Aerotermia

La aerotermia consiste en el aprovechamiento de la energía contenida en el aire que nos rodea. Esta energía está en constante renovación a partir de la energía solar recibida por la corteza terrestre, convirtiéndose el aire en una fuente de energía inagotable.

Con la aerotermia, se puede captar esta energía gratuita y utilizarla para calentar una vivienda.

Para ello, se utiliza un sistema de traspaso compuesto por dos elementos: una unidad exterior que capta las calorías, y una unidad interior que se las traspasa a un circuito de agua. Del transporte de estas calorías se encarga un fluido refrigerante que circula entre ambas unidades y que está impulsado por un compresor. El calor se lleva hasta la casa mediante una calefacción de agua caliente convencional. Únicamente hay que pagar por la energía que consumen este compresor y el ventilador exterior. Según sea la temperatura exterior, esta energía sólo supone entre un 25 % y un 50 % de la potencia de calefacción propagada a la vivienda, lo que equivale a decir que, entre un 50% y un 75% de la energía utilizada para calentar es gratuita, ya que sale de esa enorme reserva que es el aire exterior.

Actualmente tiene un precio elevado pero se encuentra en un momento de expansión en el mercado y se prevén disminuciones en sus costes.

Geotermia

La energía geotérmica es la energía que puede ser obtenida aprovechando la capacidad de almacenamiento de calor que tiene la tierra

Debido a su gran masa y a los materiales que la componen, la tierra tiene la propiedad de mantener una temperatura constante en todas las épocas del año.

El aprovechamiento de estas temperaturas constantes del terreno se hace a través de bombas de calor.

Las bombas de calor son equipos capaces de extraer calor de una zona fría y enviarlo a una zona caliente. Estos equipos se basan en un circuito frigorífico cerrado, formado principalmente por un evaporador, un condensador, una válvula de expansión y un compresor.

En este circuito frigorífico se encuentra un gas denominado refrigerante, que continuamente se encuentra cambiando de temperatura, presión y estado a través de este ciclo, encontrándose siempre a una temperatura inferior (en la zona fría) que el fluido con el que intercambia (lado captación), y a mayor temperatura en la zona caliente que el fluido interior (lado instalación).

Las bombas de calor permiten obtener: rendimientos muy elevados, vida útil del equipo elevada y producción de calor, frío y ACS todo el año.

Existen tres tipos de instalaciones de geotermia: instalación horizontal o superficial (60-150cm), instalación vertical o profunda (50-150m) y la instalación sobre la capa freática (10-20m). La más utilizada y de menor complejidad es la instalación superficial.

El coste de las perforaciones es elevado y es necesario tener a disposición un terreno del 100% al 150% de la superficie a calentar, en el caso de la instalación horizontal. Por tanto es una medida poco recomendable y poco factible en rehabilitación.

ANEXO 1. TERMINOLOGÍA.

Absortividad: Fracción de la radiación solar incidente a una superficie que es absorbida por la misma. La absorptividad va de 0.0 (0%) hasta 1.0 (100%).

ACS: Agua Caliente Sanitaria.

Demanda energética: Es la energía necesaria para mantener en el interior del edificio unas condiciones de confort definidas reglamentariamente en función del uso del edificio y de la zona climática en que se ubique. Se compone de la demanda energética de calefacción, correspondiente a los meses de la temporada de calefacción y de refrigeración respectivamente.

Emisividad: Capacidad relativa de una superficie para radiar calor. Los factores de emisividad van de 0.0 (0%) hasta 1.0 (100%).

Envolvente térmica: Se compone de los cerramientos del edificio que separan los recintos habitables del ambiente exterior y las particiones interiores que separan los recintos habitables de los no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

Factor solar: Es el cociente entre la radiación solar a incidencia normal que se introduce en el edificio a través del acristalamiento y la que se introducirá si el acristalamiento se sustituyese por un hueco perfectamente transparente.

Ktep: Kilo tonelada equivalente de petróleo, es una unidad de energía. Su valor equivale a la energía que rinde una tonelada de petróleo.

PCI: Poder calorífico inferior. Es la cantidad total de calor desprendido en la combustión completa de combustible sin contar la parte correspondiente al calor latente del vapor de agua de la combustión, ya que no se produce cambio de fase, sino que se expulsa en forma de vapor.

Puente térmico: Se consideran puentes térmicos las zonas de la envolvente del edificio en las que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento, de los materiales empleados, por penetración de elementos constructivos con diferente conductividad, etc., lo que conlleva necesariamente una minoración de la resistencia térmica respecto al resto de los cerramientos. Los puentes térmicos son partes sensibles de los edificios donde aumenta la posibilidad de producción de condensaciones superficiales, en la situación de invierno o épocas frías.

Transmitancia térmica: Es el flujo de calor, en régimen estacionario, dividido por el área y por la diferencia de temperaturas de los medios situados a cada lado del elemento que se considera.

Es decir, es la cantidad de calor que atraviesa un determinado material, así cuanto menor sea su transmitancia mejor aislada estará la envolvente del edificio y como consecuencia, menores serán las pérdidas de energía. Las unidades de la transmitancia térmica son W/m^2K .

Resistencia térmica: La resistencia térmica de un material representa la capacidad del material de oponerse al flujo del calor. En el caso de materiales homogéneos es la razón entre el espesor y la conductividad térmica del material; en materiales no homogéneos la resistencia es el inverso de la conductancia térmica.

Sombreamiento: Influencia producida por elementos que impiden el paso directo de los rayos del sol.

ANEXO 2. APLICACIÓN DE MEDIDAS DE MEJORA A VIVIENDA EXISTENTE.

Introducción.

Este anexo recoge los resultados obtenidos en la aplicación de diversas medidas de mejora realizadas a un edificio tipo.

Dado que los edificios susceptibles de ser rehabilitados energéticamente debido a sus elevados consumos son en general, edificios con una pobre envolvente térmica, se centra este estudio en un edificio de éstas características.

Según datos del censo de viviendas en Cantabria, el 41% de las viviendas son de años posteriores a 1980. El 41 % son viviendas realizadas entre 1900 y 1980, y el 18% restante, son viviendas anteriores a 1900.

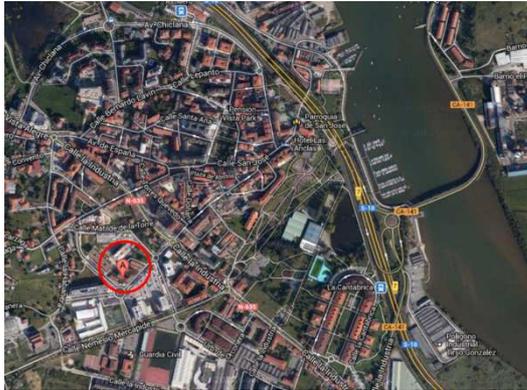
En el año 1979 se publicó el Real Decreto 2429/79, de 6 de julio, por el que se aprueba la **Norma Básica de la Edificación NBE-CT-79**, sobre **Condiciones Térmicas en los edificios**, que entraría en vigor definitivamente en 1981. Este documento fue de obligado cumplimiento hasta la aparición del actual Código Técnico de la Edificación y por primera vez estableció condiciones térmicas que debían cumplir los edificios.

Se entiende por tanto que el 41% de viviendas construidas antes de 1980, y sin exigencias técnicas en cuanto a sus condiciones térmicas, son las más necesitadas de rehabilitación energética, ya que la mayoría carecen de aislamiento térmico, e incluso de cámara de aire.

Hay que tener en cuenta que una buena parte de éstos edificios fueron construidos en el periodo de posguerra en España, en una primera parte que comprende desde 1939 hasta 1959, se denomina periodo de autarquía, que se caracterizó por un elevado aislamiento del país y una gran carencia de, entre otras cosas, materiales de construcción. Posteriormente hasta el año 1975 en que finalizó el régimen Franquista, se siguió construyendo ya con mejores medios gran cantidad de viviendas sociales, denominadas colonias, que continuaron construyéndose con tipologías similares hasta la entrada en vigor de la citada Norma Básica.

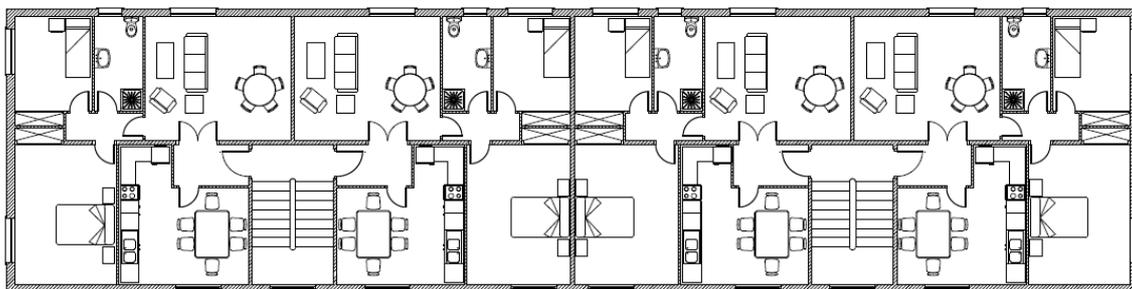
Se trata de analizar el beneficio económico derivado de la reducción del consumo de energía de una serie de medidas de mejora energética que se aplicarán tanto individualmente como combinadas.

Descripción del edificio.



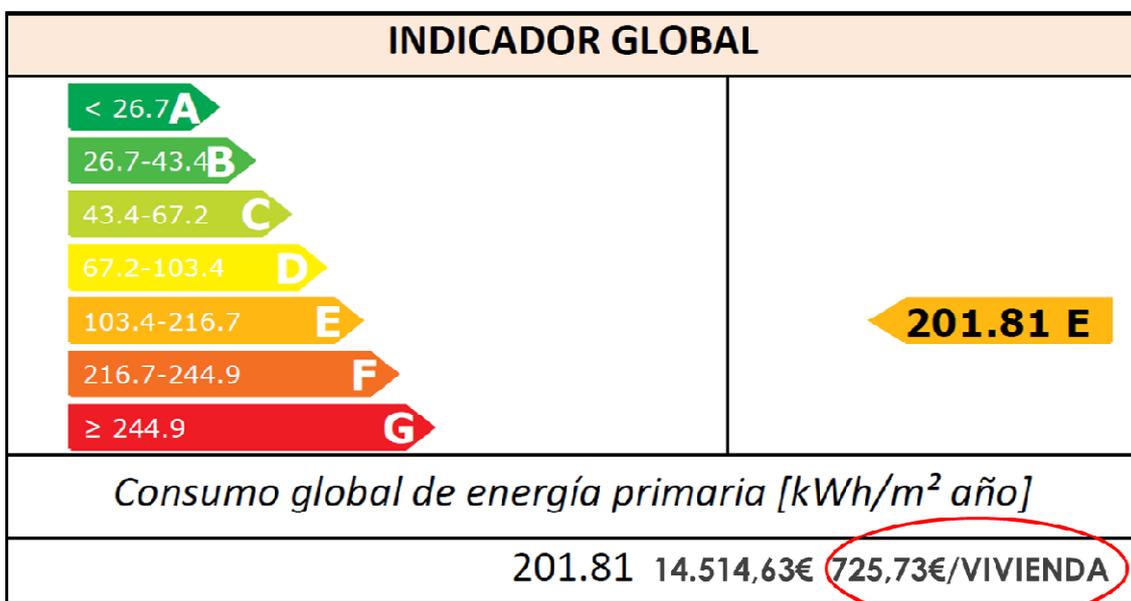
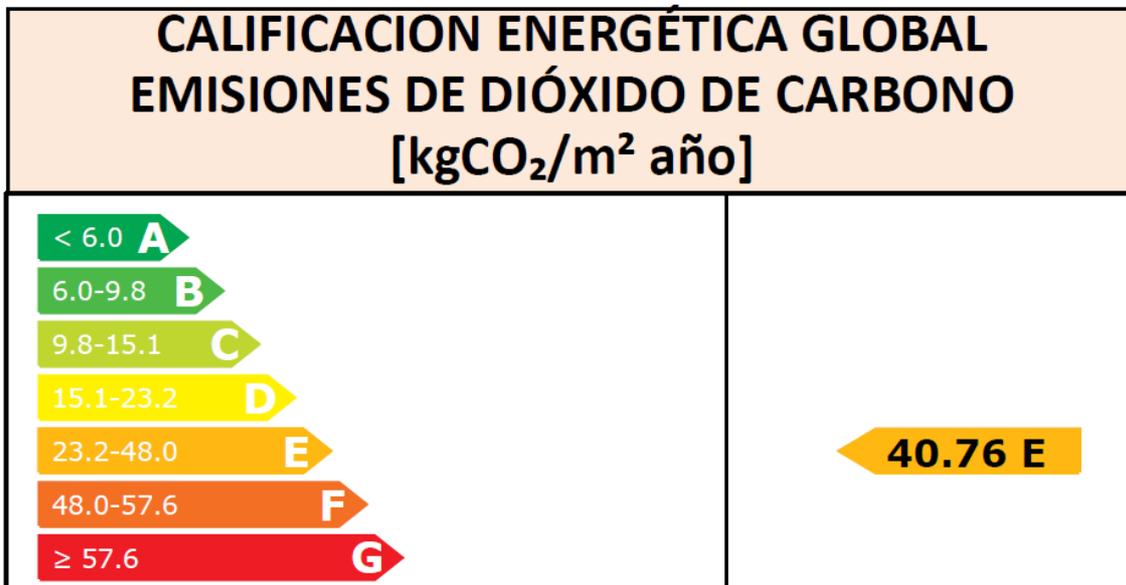
Se ha elegido para este estudio un edificio del año 1960, ubicado en El Astillero Cantabria. Representa al estándar de edificios con elevado consumo energético o poco eficientes que resultan de las tipologías constructivas y de los equipos de producción térmica existentes.

Es un edificio de 5 plantas habitables y bajo cubierta no habitable, de dos portales. Con una superficie de huecos en fachada relativamente pequeña y con una superficie útil habitable de 1416,5 m². Tiene cuatro viviendas por planta, con un total de 20 viviendas y una zona común que aloja el hueco de escaleras. Arranca desde un forjado sanitario en planta baja y su envolvente está formada por una doble hoja con cámara de aire y ventanas de madera con vidrio monolítico. La instalación de calefacción y ACS está compuesta por calderas individuales de gas natural que cubren el 100% de la demanda. La distribución por planta es la siguiente:



Calificación Energética.

Se ha realizado la calificación energética de edificios existentes con el documento reconocido para tal fin CE3X, y el resultado es el siguiente:



Estamos en un edificio con una pobre envolvente térmica y sin aislamiento, pero aun así y debido en parte a su gran fachada de orientación sur, se obtiene una calificación E con un consumo de energía primaria de 201,81

KWh/m²año. Lo que a precio actual representa un consumo global de 14.514,63 €, es decir, 725,73 € por vivienda.

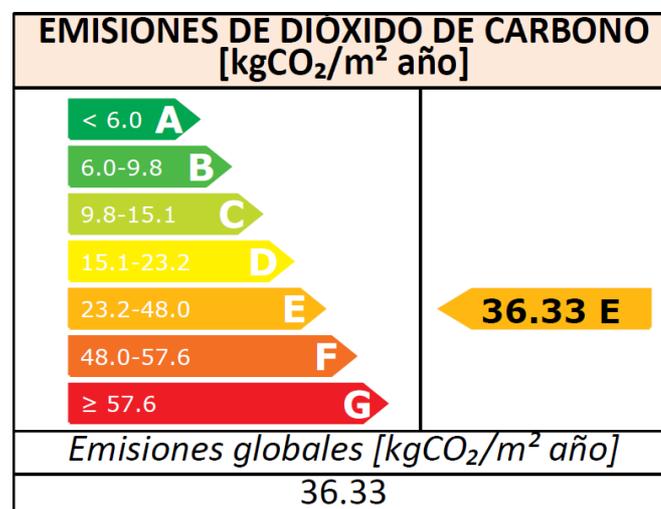
Medidas de mejora.

Metodología:

- ❖ El cálculo del plazo de recuperación de la inversión en años es igual a la Inversión dividida por el ahorro anual.
- ❖ Los consumos de energía primaria que se derivan de las medidas de mejora, están estimados por el documento reconocido CE3X.
- ❖ Precio del gas natural 0,05078971 €/KWh (Gas Natural Fenosa).
- ❖ Los precios están exentos de beneficio industrial e IVA.

1. CAMBIO DE CARPINTERÍAS.

Se propone el cambio de carpinterías de todo el edificio por unas de PVC de gama media con acristalamiento doble y cámara de aire. Se estima el coste de ejecución material de dicha medida asciende a 52.973,86 €, lo que repercute **2.648,69 €/Vivienda**. La vida útil se estima en 30 años y la calificación energética es la siguiente:



- Demanda de energía primaria global: 178,42 KWh/m²año (-11,6%)
- **Ahorro neto anual: 1.681,62€; 84,08 €/Vivienda**
- Plazo de recuperación de la inversión: **31,5 años**

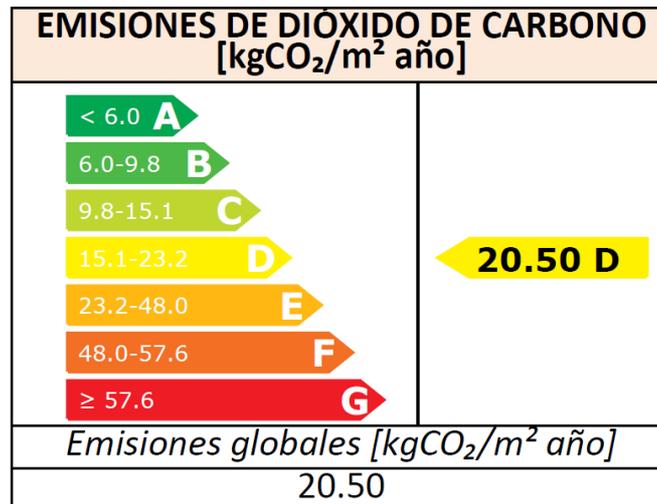
Esta medida se estima no rentable para este edificio, ya que el plazo de recuperación de la inversión supera al de la vida útil.

2. INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR NO VENTILADO (SATE NV).



Sistema de aislamiento térmico colocado por el exterior, fijado mecánicamente a la fachada, que consta de 6 cm de poliestireno expandido con un acabado de mortero acrílico. Se estima su coste de ejecución material con andamiaje incluido en 62.130,31 € que repercuten **3.106,52 €/Vivienda** y su vida útil en 50 años. La

calificación energética con este nuevo sistema que mejora las propiedades térmicas del cerramiento es:



- Demanda de energía primaria global: 101,50 Kwh/m²año (-49,7%)
- **Ahorro neto anual: 7.214,16€; 360,71 €/Vivienda**
- Plazo de recuperación de la inversión: **8,61 años**

La calificación sube a D y las emisiones de CO₂ se reducen en casi un 50% al igual que el consumo de energía primaria.

Esta medida se estima rentable para este edificio ya que el plazo de recuperación de la inversión es sensiblemente inferior al de la vida útil de la medida.

3. SISTEMA DE AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR VENTILADO (SATE V).



Es un sistema cuyo principio de actuación es similar al anterior, y la finalidad es la misma, aunque su calidad y funcionamiento es mayor, al igual que la inversión a realizar y la vida útil. Se trata de un sistema de montantes metálicos fijadas mecánicamente al edificio, entre las cuales se colocan planchas de lana mineral de 8 cm de espesor con un acabado de placa cerámica. Funciona igual que una fachada ventilada tradicional. Su coste de ejecución material se estima en 149.803,36 €, que repercuten **7.490,17 €/Vivienda** y su vida útil se

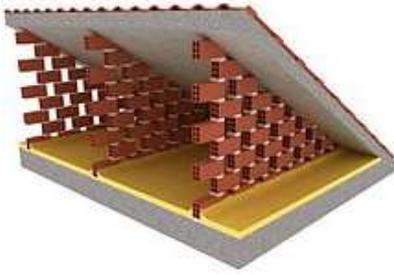
estima en 60 años. La calificación energética es la siguiente:

EMISIONES DE DIOXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ /m ² año]	
< 6.0 A	
6.0-9.8 B	
9.8-15.1 C	
15.1-23.2 D	19.51 D
23.2-48.0 E	
48.0-57.6 F	
≥ 57.6 G	
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>	
19.51	

- Demanda de energía primaria global: 96,61 Kwh/m²año (-52,1%)
- **Ahorro neto anual: 7.565,87€; 378,29€/Vivienda**
- Plazo de recuperación de la inversión **19,79 años**

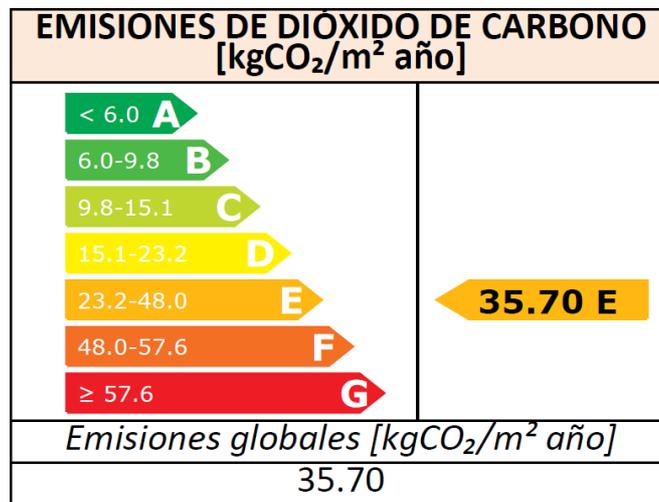
La reducción de emisiones es en este caso muy similar al anterior así como el ahorro económico. La rentabilidad de la medida baja al elevarse el plazo de recuperación de la inversión debido al elevado desembolso inicial, por lo que la elección de esta medida en perjuicio de la anterior se debe principalmente a motivos estéticos.

4. APLICACIÓN DE AISLAMIENTO EN BAJO-CUBIERTA NO HABITABLE.



Se trata de un sencillo sistema de aislamiento de la parte superior de la envolvente que consiste en la implantación de 12 cm. de espesor de lana de vidrio en el suelo del bajo-cubierto. Se consigue una gran disminución de las pérdidas de calor por la cubierta. Su coste de ejecución material se estima en 3.031,31 € que repercuten **151,57 €/ Vivienda** y su vida útil se estima en 50 años. La calificación energética obtenida es la siguiente:

años. La calificación energética obtenida es la siguiente:



- Demanda de energía primaria global: 176,05 kWh/m²año (-12,8%)
- **Ahorro neto anual: 1.852,09€; 92,60 €/Vivienda**
- Plazo de recuperación de la inversión: **1,63 años**

El resultado de esta medida para este edificio, es muy similar al cambio de carpinterías aunque con un coste muy inferior. Hay que tener en cuenta que esta medida es más rentable para los propietarios de las viviendas de los pisos superiores que se ven más beneficiados por la reducción de pérdidas de calor, por lo tanto el ahorro es desigual.

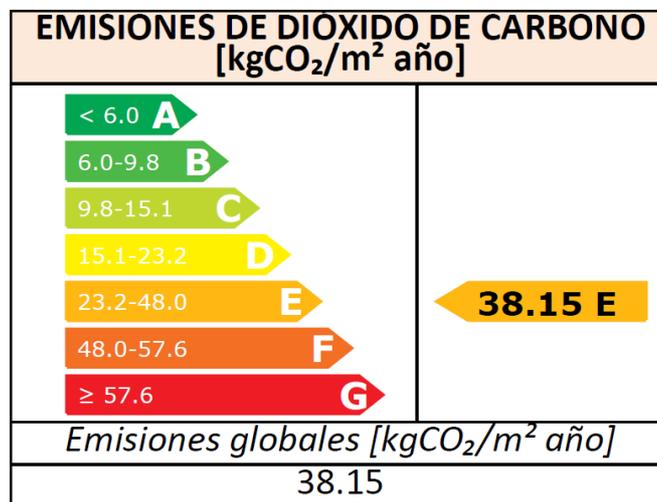
Es una medida muy recomendable combinada con otras, y su rentabilidad es muy elevada como se deduce del plazo de recuperación de la inversión.

5. COLOCACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA PRODUCCIÓN DE ACS.



Se contempla la colocación de paneles solares térmicos para la producción del 60% del agua caliente sanitaria del edificio. Consta de 16 paneles solares con una superficie de 2,1 m². Al disponer el edificio de calderas individuales de gas natural, se ha optado por la colocación de depósitos individuales de acumulación por vivienda de 80 l. El

coste de ejecución material de esta medida es de 71.597,06 €, que repercuten **3.579,85 €/Vivienda**. La vida útil de ésta medida se estima en 18 años y la calificación energética obtenida es la siguiente:



- Demanda de energía primaria global: 180,23 Kwh/m²año (-6,4%)
- **Ahorro neto anual: 1.551,44€; 77,57 €/Vivienda**
- Pazo de recuperación de la inversión: **46,15años**

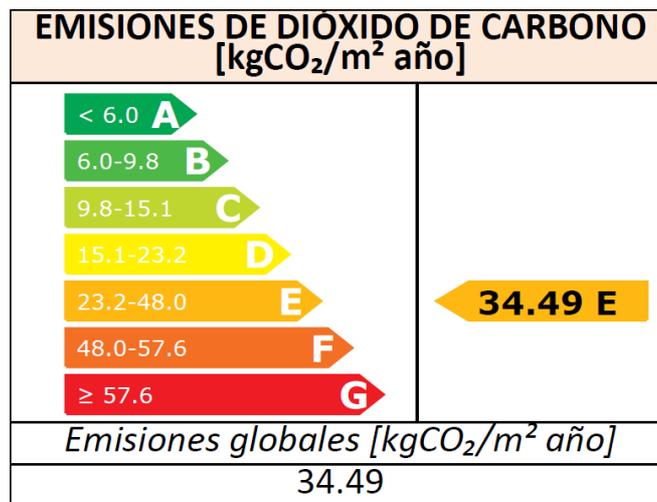
La nueva calificación energética se mantiene en la letra E, con una leve disminución del consumo del 6,4% que representa no obstante un ahorro estimado anual de 77,57 € por vivienda.

Aun así, esta medida no se considera rentable por sí misma en el edificio propuesto ya que el plazo de recuperación de la inversión es muy superior al de vida útil.

6. SUSTITUCIÓN DE CALDERAS DE GAS NATURAL POR OTRAS DE MAYOR RENDIMIENTO A BAJA TEMPERATURA



Se propone una sustitución de las calderas de gas natural antiguas, con un rendimiento cercano al 80%, por otras de baja temperatura con un rendimiento del 92%. El coste de ejecución material de esta medida se estima en 28.743,50 € que repercuten **1.437,18 €/Vivienda** y su vida útil se estima en 18 años. La nueva certificación energética sería la siguiente:



- Demanda de energía primaria global: 170,74 Kwh/m²año (-15,4%)
- **Ahorro neto anual: 2.234,02€; 111,70 €/Vivienda**
- Plazo de recuperación de la inversión: **12,86€**

El resultado no varía la calificación energética, aunque el consumo de energía primaria desciende un 15,4%, que representa un ahorro anual estimado en 111,70 € por cada caldera.

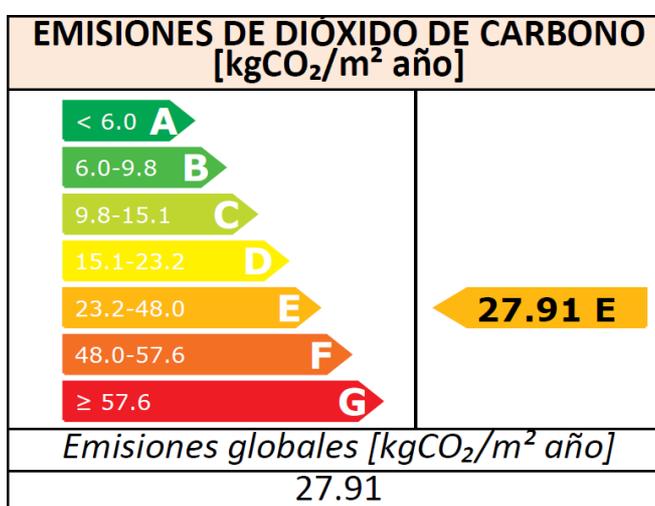
Es una medida rentable ya que su plazo de recuperación es inferior al de su vida útil.

Para mejorar el rendimiento de esta medida, sería recomendable aumentar la superficie de emisores en la vivienda, lo que a su vez aumentaría la inversión y no ha sido tenido en cuenta en este estudio.

7. SUSTITUCIÓN DE CALDERAS DE GAS NATURAL POR OTRAS DE MAYOR RENDIMIENTO DE CONDENSACIÓN.



Se propone reemplazar las calderas del edificio por otras de condensación con un rendimiento del 109%. Esto se consigue al recuperar el calor de los gases de la combustión para precalentar un pequeño depósito interno de la caldera. El coste de ejecución material de ésta medida se estima en 37.323,1€ que repercuten **1.866,16 €/Vivienda**, la vida útil se estima en 18 años, y la calificación energética que se obtiene es la siguiente:



- Demanda de energía primaria global: 138,17 Kwh/m²año (-31,5%)
- **Ahorro neto anual: 4.576,64€; 228,83 €/Vivienda**
- Plazo de recuperación de la inversión: **8,15 años**

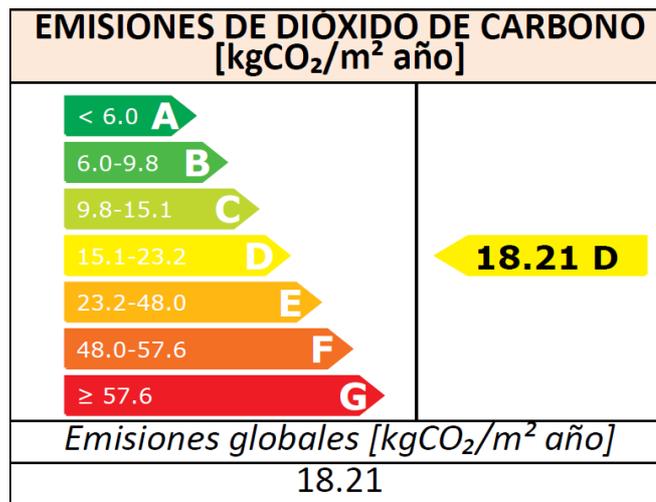
La calificación energética se mantiene en una letra E, pero las emisiones de CO₂ disminuyen sensiblemente, y en consecuencia el consumo de energía primaria el cual se reduce en más de un 30% con el consiguiente ahorro.

La medida es rentable, ya que los ahorros obtenidos hacen que el plazo de recuperación de la inversión esté por debajo de la mitad de la vida útil de la medida.

Se podría aumentar la superficie de emisores aunque no se encuentra contemplado en este estudio.

8. COMBINACIÓN DE SATE NV CON AISLAMIENTO BAJO-CUBIERTA.

Consiste en la combinación de dos de las medidas más rentables anteriores, la colocación de un sistema de aislamiento térmico exterior no ventilado y la colocación de una manta de fibra mineral en el suelo del bajo-cubierta. Se estima que el coste de ejecución material de ésta medida es de 65.161,62€ lo que repercute **3.258,08 € /Vivienda**. La calificación energética obtenida es la siguiente:



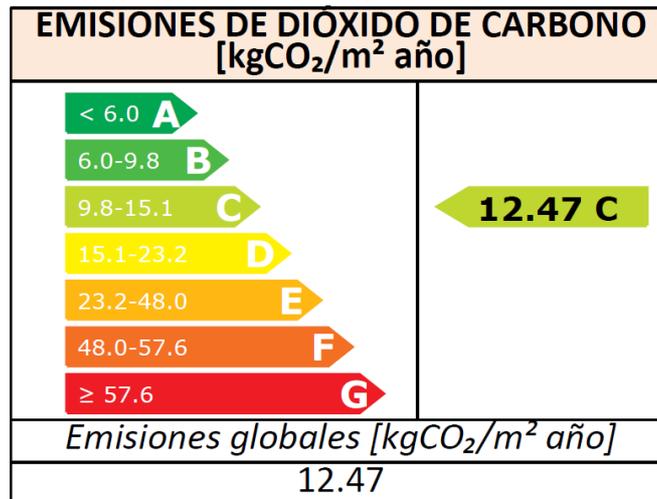
- Demanda de energía primaria global: 90,15 Kwh/m²año (-55,3%)
- **Ahorro neto anual: 8.030,52€; 401,52 €/Vivienda**
- Plazo de recuperación de la inversión: **8,2 años**

Además de subir la calificación energética a una letra D, baja los consumos energéticos en más del 55%, con el correspondiente ahorro económico.

Es por tanto una medida muy recomendable para mejorar energéticamente éste edificio.

9. SATE NV CON AISLAMIENTO EN BAJO-CUBIERTA Y SUSTITUCIÓN DE CALDERAS POR OTRAS DE CONDENSACIÓN.

Esta medida aúna la anterior con la sustitución de calderas por otras de condensación mucho más eficientes. El coste de ejecución material se estima en 102.484,72€, lo que repercute **5.124,24 €/Vivienda**. La calificación energética obtenida es la siguiente:



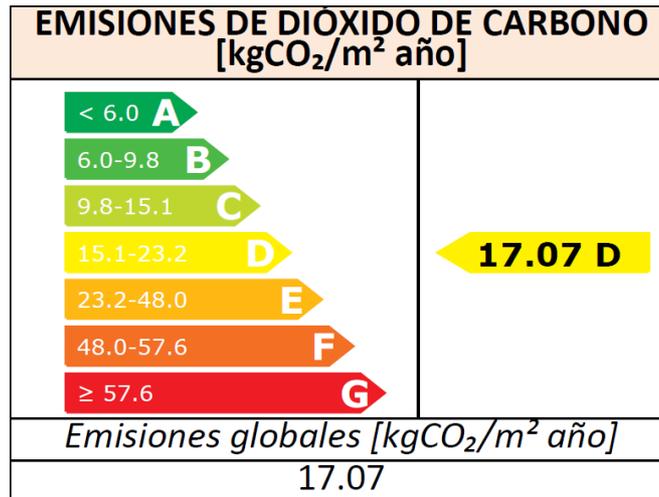
- Demanda de energía primaria global: 61,72 Kw h/m²año (-69,4%)
- **Ahorro neto anual: 10.075,4€; 503,8 €/Vivienda**
- Plazo de recuperación de la inversión: **10,2 años**

La aplicación de ésta medida consigue mejorar la calificación hasta alcanzar la letra C, lo que supone una sustancial mejora. Las emisiones de CO₂ se reducen al igual que el consumo de energía primaria que baja en casi un 70%.

El plazo de recuperación de la inversión aumenta al incluir las calderas de condensación aunque se sitúa en 10,2 años, lo que está bastante por debajo de la vida útil de las mismas, con lo que se puede afirmar que ésta medida es muy rentable para el edificio estudiado.

10. SATE V CON AISLAMIENTO EN BAJO-CUBIERTA.

Sistema de aislamiento térmico por el exterior ventilado junto con el aislamiento en el suelo del bajo-cubierta. Esta medida es muy similar a la número 8 aunque el acabado del cerramiento es de mejor calidad. El coste estimado de ejecución material de esta medida es de 152.834,67 €, lo que repercute **7.641,73 €/Vivienda**. La nueva calificación energética obtenida es la siguiente:



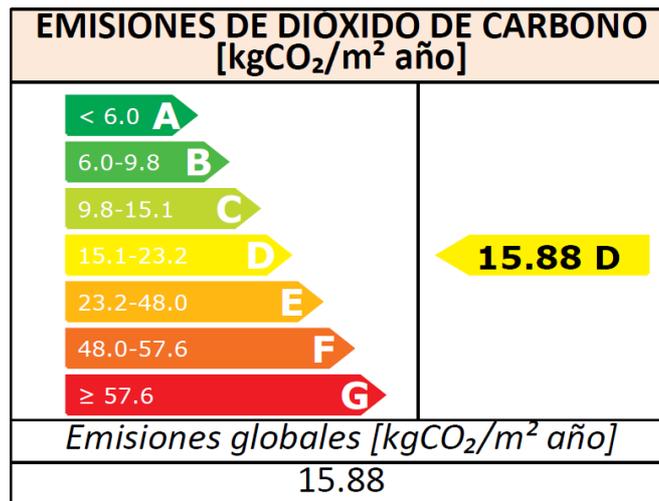
- Demanda de energía primaria global: 84,53 Kwh/m²año (-58,1%)
- **Ahorro neto anual: 8.434,74€ ; 421,73 €/Vivienda**
- Plazo de recuperación de la inversión: **18,11 años**.

Las mejoras en la calificación, las emisiones y los consumos, son muy parejos a los de la medida 8, reduciéndose la demanda en casi un 60%.

El plazo de recuperación de la inversión es de algo más de 18 años con lo que la medida es rentable, aun teniendo en cuenta el elevado desembolso inicial correspondiente al sistema de aislamiento térmico ventilado.

11. SATE NV CON AISLAMIENTO BAJO-CUBIERTA Y VENTANAS DE PVC.

Esta medida pretende analizar la mejora conjunta que supondría añadir el cambio de carpinterías a la medida número 8. El coste de ejecución material de este conjunto de medidas de mejora se estima en 118.135,48€, lo que repercute **5.906,77 €/Vivienda**. La nueva calificación energética obtenida es la siguiente:



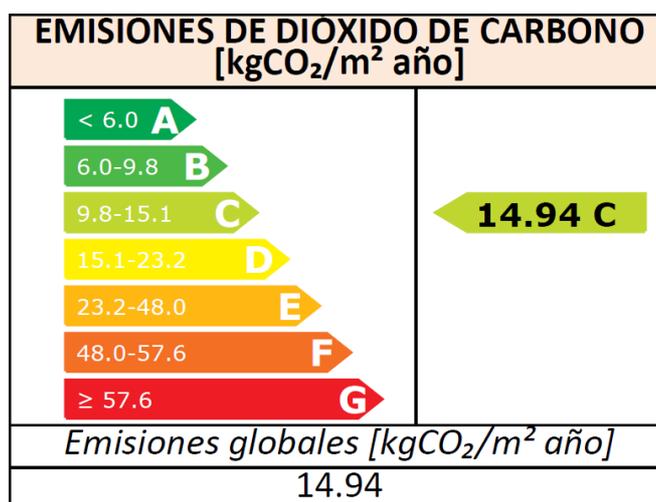
- Demanda de energía primaria global: 77,75 Kwh/m²año (-61,5%)
- **Ahorro neto anual: 8.922,40€; 446,12 €/Vivienda**
- Plazo de recuperación de la inversión: **13,2 años**

Vemos que la calificación energética conjunta mejora a las de la medida 8, quedando muy cerca de obtener una letra D. El ahorro de consumo de energía primaria aumenta hasta superar el 60%. La elevada rentabilidad de la medida 8 hace que el plazo de recuperación de la inversión en cambio de ventanas, que medida por sí sola no era rentable, descienda hasta situarse en un plazo conjunto de 13,2 años.

Al situarse la vida útil de las ventanas en 30 años, la medida es rentable.

12. SATE V CON AISLAMIENTO EN BAJO-CUBIERTA Y VENTANAS DE PVC.

Esta medida es similar a la anterior con la salvedad de que el sistema de aislamiento exterior es el ventilado. El coste de ejecución material de esta medida asciende a 205.808,53 €, lo que repercute **10.290,43 €/Vivienda**. La calificación energética obtenida es la siguiente:



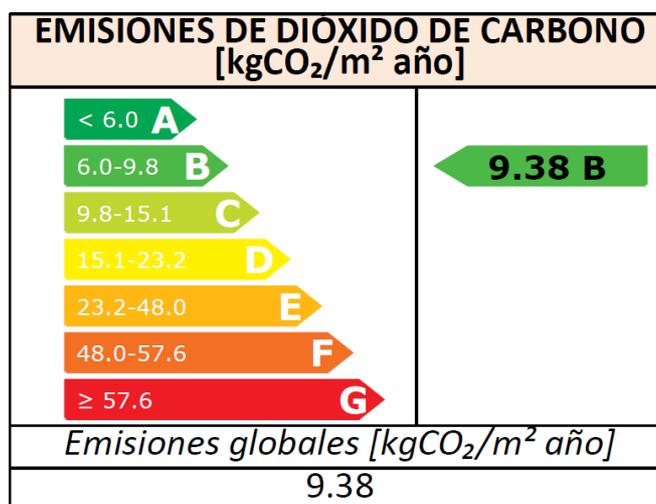
- Demanda de energía primaria global: 72,92 kWh/m²año (-63,9%)
- **Ahorro neto anual: 9269,80€; 463,49 €/Vivienda**
- Plazo re recuperación de la inversión: **22,2 años**

Con la aplicación de éste conjunto de medidas se consigue subir la calificación energética hasta una letra C. Si bien la medida 11 se quedaba muy cerca de conseguirlo, ésta lo hace debido a las características del aislamiento térmico del sistema ventilado. En lo que se refiere estrictamente a la demanda de energía primaria es ligeramente inferior, pero el ahorro económico no es significativamente inferior, lo que si ocurre con el desembolso inicial que se sitúa casi en el doble.

El plazo de recuperación de la inversión asciende a más de 22 años, y aunque es muy superior al anterior, sigue por debajo de los 30 años de vida útil de las ventanas, lo que la hace una medida rentable, en menor medida que la anterior.

13. SATE NV CON AISLAMIENTO EN BAJO-CUBIERTA, VENTANAS DE PVC, CALDERAS DE CONDENSACIÓN Y PANELES SOLARES PARA EL 60% DEL ACS.

Se propone el análisis de una medida conjunta formada por todas las medias individuales propuestas anteriormente. El fin es evaluar la rentabilidad de una mejora energética al más alto nivel en el edificio objeto y ver el resultado de la misma. Se estima el coste de ejecución material del conjunto en 189.732,52 €, que repercuten **9.879,86 €/Vivienda**. La calificación energética obtenida es la siguiente:



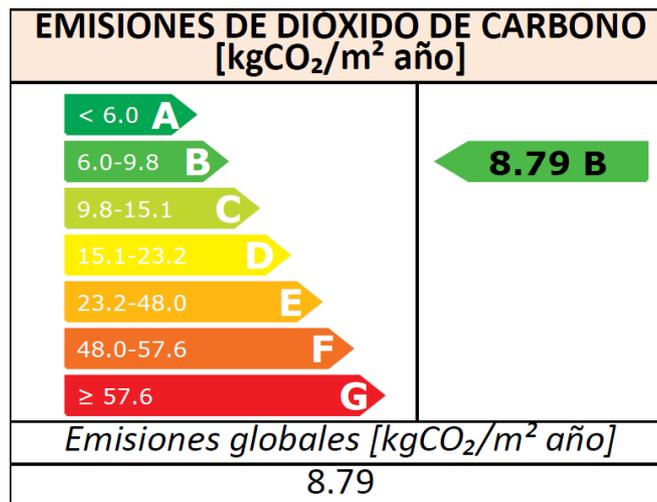
- Demanda de energía primaria global: 35,87 kWh/m²año (-77,4%)
- **Ahorro neto anual: 11.934,66€; 596.73€/Vivienda**
- Plazo de recuperación de la inversión: **15,90 años**

La calificación energética que se obtiene asciende a una letra B. En comparación con la medida anterior, se consigue una mejora de la calificación con un desembolso menor. La demanda de energía primaria se sitúa un 77,4% por debajo de la situación inicial, lo que sitúa el ahorro estimado en casi los 600 € anuales por vivienda.

El periodo de recuperación de la inversión conjunto es también inferior al de la medida anterior, situándose por debajo de los 16 años, debido a la elevada rentabilidad del SATE NV, y dado que la vida útil estimada de las instalaciones es de 18 años, se puede concluir que ésta medida es rentable.

14. SATE V CON AISLAMIENTO EN BAJO-CUBIERTA, VENTANAS DE PVC, CALDERAS DE CONDENSACIÓN Y PANELES SOLARES PARA EL 60% DEL ACS.

Por último se compara la medida anterior con ésta que sustituye el SATE NV por el sistema ventilado. El coste de ejecución material de éste conjunto de medidas se estima de 227.055,64 €, lo que repercute **11.352,78 €/Vivienda**. La calificación energética obtenida es la siguiente:



- Demanda de energía primaria global: 32,08 kWh/m²año (-79,0%)
- **Ahorro neto anual: 12.207,25€; 610,36 €/Vivienda**
- Plazo de recuperación de la inversión: **18,60 años**

Se puede apreciar como la calificación energética mejora ligeramente manteniéndose en una B y el ahorro anual estimado para cada vivienda pasa a superar los 600 € anuales. La inversión inicial también se dispara debido al sobrecoste de la solución ventilada del SATE. Con todo, la reducción de la demanda se acerca al 80%.

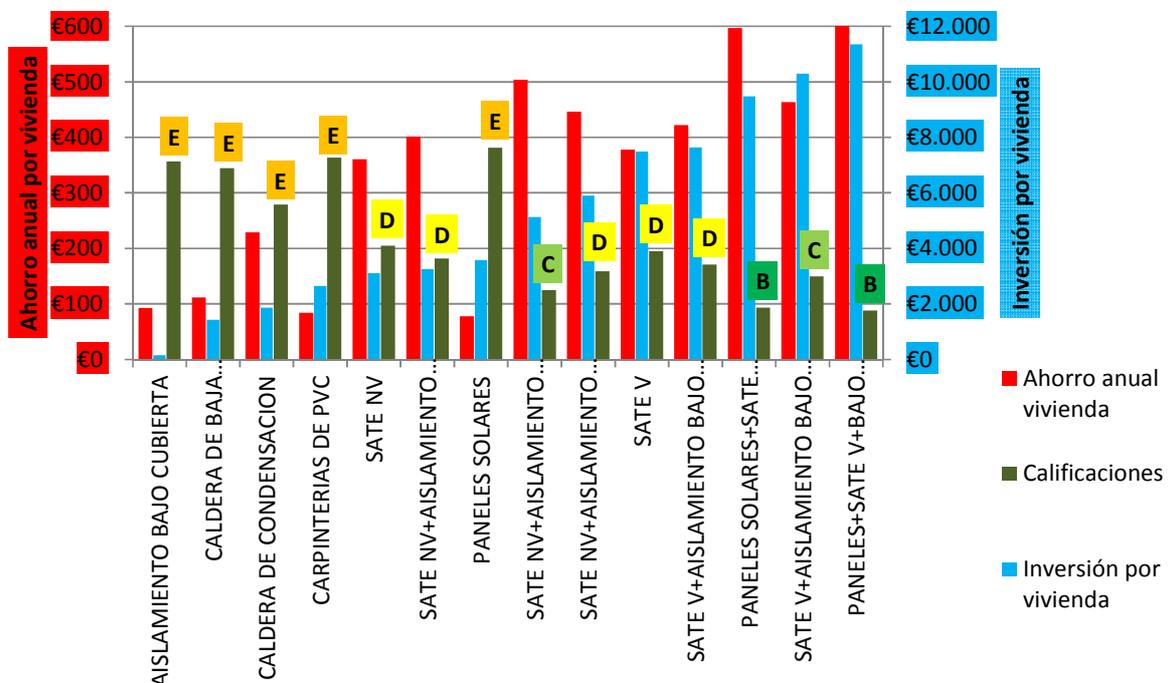
El plazo de recuperación de la inversión asciende hasta más de 18 años y medio, lo que supera la vida útil de las instalaciones, y por lo tanto se puede decir que esta medida no es rentable.

GUÍA PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS RESIDENCIALES

Se comprueba, a modo de resumen, el resultado de éste estudio en el siguiente cuadro:

MEDIDA	P.R.I. AÑOS	INVERSIÓN	INVERSION POR VIVIENDA	DEMANDA ANUAL GLOBAL Kwh/m²año	AHORRO ANUAL	AHORRO ANUAL POR VIVIENDA
4 AISLAMIENTO BAJO CUBIERTA	1,63	3.031,31 €	151,57 €	176,05	1.852,09 €	92,60 €
6 CALDERA DE CONDENSACION	8,15	37.323,10 €	1.866,16 €	138,17	4.576,64 €	228,83 €
8 SATE NV+AISLAMIENTO BAJO CUBIERTA *	8,2	65.161,62 €	3.258,08 €	90,15	8.030,74 €	401,54 €
2 SATE NV	8,61	62.130,31 €	3.106,52 €	101,5	7.214,16 €	360,71 €
9 SATE NV+AISLAMIENTO BAJO CUBIERTA+CONDENSACION *	10,17	102.484,72 €	5.124,24 €	61,72	10.075,37 €	503,77 €
5 CALDERA DE BAJA TEMPERATURA	12,86	28.743,50 €	1.437,18 €	170,74	2.234,02 €	111,70 €
11 SATE NV+AISLAMIENTO BAJO CUBIERTA+PVC	13,2	118.135,48 €	5.906,77 €	77,75	8.922,40 €	446,12 €
13 PANELES SOLARES+SATE NV+BAJO CUBIERTA+PVC	15,9	189.732,54 €	9.486,63 €	35,87	11.934,66 €	596,73 €
14 PANELES+SATE NV+BAJO CUBIERTA+PVC+CONDENSACION	18,06	227.055,64 €	11.352,78 €	32,08	12.207,25 €	610,36 €
10 SATE V+AISLAMIENTO BAJO CUBIERTA	18,11	152.834,67 €	7.641,73 €	84,53	8.434,74 €	421,74 €
1 SATE V	19,79	149.803,36 €	7.490,17 €	96,61	7.565,88 €	378,29 €
12 SATE V+AISLAMIENTO BAJO CUBIERTA+PVC	22,2	205.808,53 €	10.290,43 €	72,92	9.269,80 €	463,49 €
3 CARPINTERIAS DE PVC	31,5	52.973,86 €	2.648,69 €	178,42	1.681,62 €	84,08 €
7 PANELES SOLARES	46,15	71.597,06 €	3.579,85 €	180,23	1.551,44 €	77,57 €

La siguiente grafica ilustra de una forma más visual los resultados obtenidos en el estudio. Se representa cada medida con su inversión económica por vivienda, el ahorro producido y la calificación obtenida.



Conclusiones

De los datos obtenidos en el estudio, se pueden extraer varias conclusiones:

- ❖ La mejora en la calificación energética obtenida por el inmueble no es siempre directamente proporcional a la cantidad de dinero invertido.
- ❖ El objetivo no debe ser llegar a obtener la máxima calificación posible ya que llegados a un punto el aumento de la inversión deja de estar justificado en términos de ahorro económico.
- ❖ La utilización de medidas pasivas, como un aumento del aislamiento térmico, es muy eficaz frente a pérdidas de energía, el mantenimiento es mínimo o incluso nulo, y la vida útil de los sistemas es muy elevada.
- ❖ La utilización de medidas activas como la introducción de calderas de condensación, es recomendable siempre y cuando sea necesario sustituir las existentes, ya que son medidas que necesitan mantenimiento y cuya vida útil es menor a los sistemas pasivos.
- ❖ Como se ve en la medida 7 (sustitución de calderas por otras de condensación), es posible reducir los consumos en porcentajes muy significativos, de más del 30%, sin que mejore la calificación obtenida.
- ❖ El uso de paneles solares térmicos para la producción de ACS, aun cubriendo el 60% de la demanda, no contribuyen a disminuir los consumos lo suficiente como para justificar su implantación. Esto se debe a que el gasto en ACS es muy inferior al gasto en calefacción.
- ❖ La sustitución de las carpinterías en este caso práctico reduce el consumo en un porcentaje del 10%, éste porcentaje podría ser mayor si la superficie de huecos del edificio fuese más grande.

ANEXO 3. BIBLIOGRAFÍA.

- ❖ R.D. 47/2007 (Derogado)
- ❖ R.D. 235/2013 de 5 abril
- ❖ “Metodología de cálculo de la calificación de eficiencia energética”.
Ministerio de Fomento
- ❖ “Modelo de etiqueta de eficiencia energética”. Ministerio de Fomento
CTE.DB.HE.
- ❖ “Presentación de resultados del Programa de Diagnóstico Energético del
Hábitat Urbano”. Federación Española de Municipios y Provincias.
- ❖ “La Energía en España 2011”. Secretaria de Estado de la Energía.
- ❖ “Test comparativo precisión C3X-Calener”. IDAE
- ❖ “Opción simplificada. Viviendas. Procedimiento”. IDAE
- ❖ R. D. 233/2013, de 5 de abril, por el que se regula el Plan Estatal de fomento
del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria, y la regeneración y
renovación urbana, 2013-2016.
- ❖ “Observaciones al R.D. de certificación energética”. ASA, Asociación
Sostenibilidad y Arquitectura
- ❖ “Condiciones de aceptación de Procedimientos Alternativos. Opción
Simplificada”. IDAE
- ❖ “Condiciones de aceptación de procedimientos alternativos a LIDER y
CALENER. Anexos”. IDAE
- ❖ “Proyecto SECH-SPAHOUSEC. Análisis del consumo energético del sector
residencial en España. Informe final”. Eurostat-IDAE. 16 de junio de 2011
- ❖ R. D. 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos
e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los
Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.
- ❖ “Plan de ahorro y eficiencia energética 2011-2020”. IDAE
- ❖ “Escala de calificación energética. Edificios de nueva construcción”. IDAE.
Mayo 2009
- ❖ “Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía.
Zonificación climática en función de la radiación solar global media diaria
anual. ”Dirección general de Arquitectura y Política de Vivienda. Julio 2011

- ❖ “DIRECTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO”.DOUE de 19 de mayo de 2010
- ❖ “La certificació d’eficiència energètica d’edificis”. Revista Cultura Energètica N° 179 de Marzo de 2012.Generalitat de Catalunya.
- ❖ “Guía de la tomografía infrarroja. Aplicaciones en ahorro y eficiencia energética”.FENERCOM-AETIr-IDAE.2011
- ❖ “Guía del estándar Passivhaus. Edificios de consumo energético casi nulo.”FENERCOM-PEP-IDAE.2011
- ❖ “Guía práctica de la energía. Consumo eficiente y responsable”. IDAE. Edición 2007.
- ❖ “Comentarios RITE-2007”.IDAE.Noviembre 2007.
- ❖ “Guía técnica. Contabilización de consumos”. IDAE. Febrero 2007
- ❖ “Guía técnica. Procedimiento de inspección periódica de eficiencia energética para calderas”. IDAE. Febrero 2007
- ❖ “Guía técnica. Procedimientos para la determinación del rendimiento energético de plantas enfriadoras de agua y equipos autónomos de tratamiento de aire.”. IDAE. Febrero 2007
- ❖ “Guía Práctica de la Energía. Consumo eficiente y responsable”. IDAE. Julio 2011.
- ❖ “Guía práctica sobre instalaciones centralizadas de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) en edificios de viviendas”. IDAE. Septiembre 2008
- ❖ “Manual de Auditorías Energéticas”. Comunidad de Madrid-CEIM-AEDIE. Abril 2003.
- ❖ “Rendimiento de las Instalaciones Térmicas y demanda energética de los Edificios”. EnerAgen.2007
- ❖ “Guía de Auditorías energéticas en comunidades de vecinos”.FENERCOM.2012
- ❖ “Guía de buenas prácticas energéticas en galerías y centros comerciales”. FENERCOM 2011
- ❖ “Soluciones energéticamente eficientes en la edificación”.FENERCOM-IDAE.2010.
- ❖ “Guía básica de instrumentación de medida de instalaciones en los edificios”. FENERCOM-Atecyr. 2011.

- ❖ “Guía básica de eficiencia energética. Residentes.”APIEM.2010
- ❖ “Guía básica de Eficiencia Energética. Comunidades de vecinos y Administradores de fincas”.APIEM.2010.
- ❖ “Guía sobre Empresas de Servicios Energéticos (ESE)”.FENERCOM-IDAE 2010.
- ❖ “Guía básica. Calderas de Condensación”. FENERCOM. Atecyr. IDAE
- ❖ “Guía de auditorías energéticas en edificios de oficinas en la Comunidad de Madrid”. FENERCOM
- ❖ “Guía práctica sobre Ahorro y Eficiencia Energética en Edificios”. ENFORCE-CECU-Escan. Mayo 2010.
- ❖ “Eficiencia energética en viviendas” CNE-CECU-Escan. Diciembre 2007
- ❖ “Guía sobre Eficiencia Energética en Comunidades de Propietarios”.FENERCOM.2006
- ❖ “Consumo responsable y cambio climático”. Gobierno de Aragón. Junio 2010
- ❖ “Guía técnica. Condiciones climáticas exteriores de proyecto”.IDAE.2009
- ❖ “Guía de ahorro energético de la comunidad de Madrid”. Comunidad de Madrid
- ❖ “CTE Plus: El potencial de ahorro de energía y reducción de emisiones de CO₂ en viviendas mediante el incremento del aislamiento”. CENER.2004
- ❖ “Instalaciones de Energía Solar Térmica para Comunidades de Vecinos”. IDAE.
- ❖ “Guía práctica de la energía para la rehabilitación de edificios existentes. El aislamiento, la mejor solución”. IDAE-ANDIMAT. Abril 2008
- ❖ “Escala de calificación energética. Edificios Existentes”. IDAE-AICIA. Mayo 2011
- ❖ “Plan de Sostenibilidad Energética de Cantabria 2011-2020. Dossier Informativo.” Consejería de innovación, Industria, Turismo y Comercio. Gobierno de Cantabria.
- ❖ “Directiva 92/42/CEE relativa a los requisitos de rendimiento para calderas”.

ANEXO 4. ENLACES DE INTERÉS.

- ❖ Calener:<http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/ProgramaCalener/Paginas/DocumentosReconocidos.aspx>
- ❖ Cerma:<http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/Paginas/ProcedimientosSimplificadosParaEdificiosDeViviendas.aspx>
- ❖ Ce2:<http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/Paginas/ProcedimientosSimplificadosdeCar%C3%A1cterprescriptivoparaedificiosdeviviendas.aspx>
- ❖ CE3CE3X:<http://www.minetur.gob.es/ENERGIA/DESARROLLO/EFICIENCIAENERGETICA/CERTIFICACIONENERGETICA/DOCUMENTOSRECONOCIDOS/Paginas/ProcedimientosSimplificadosParaEdificiosexistentes.aspx>
- ❖ Documentos reconocidos por Industria:
<http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/eficienciaenergetica/certificacionenergetica/documentosreconocidos/paginas/documentosreconocidos.aspx>