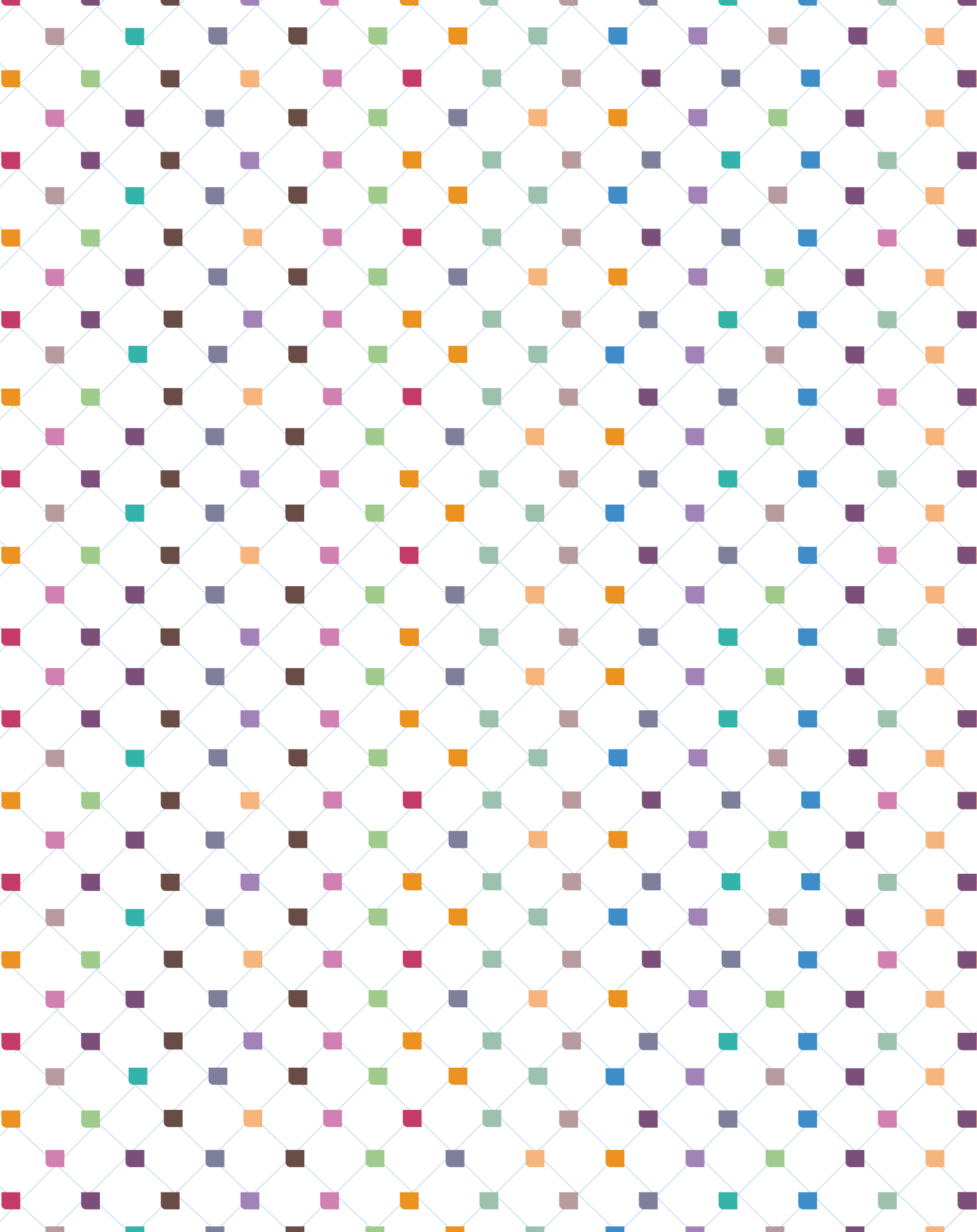


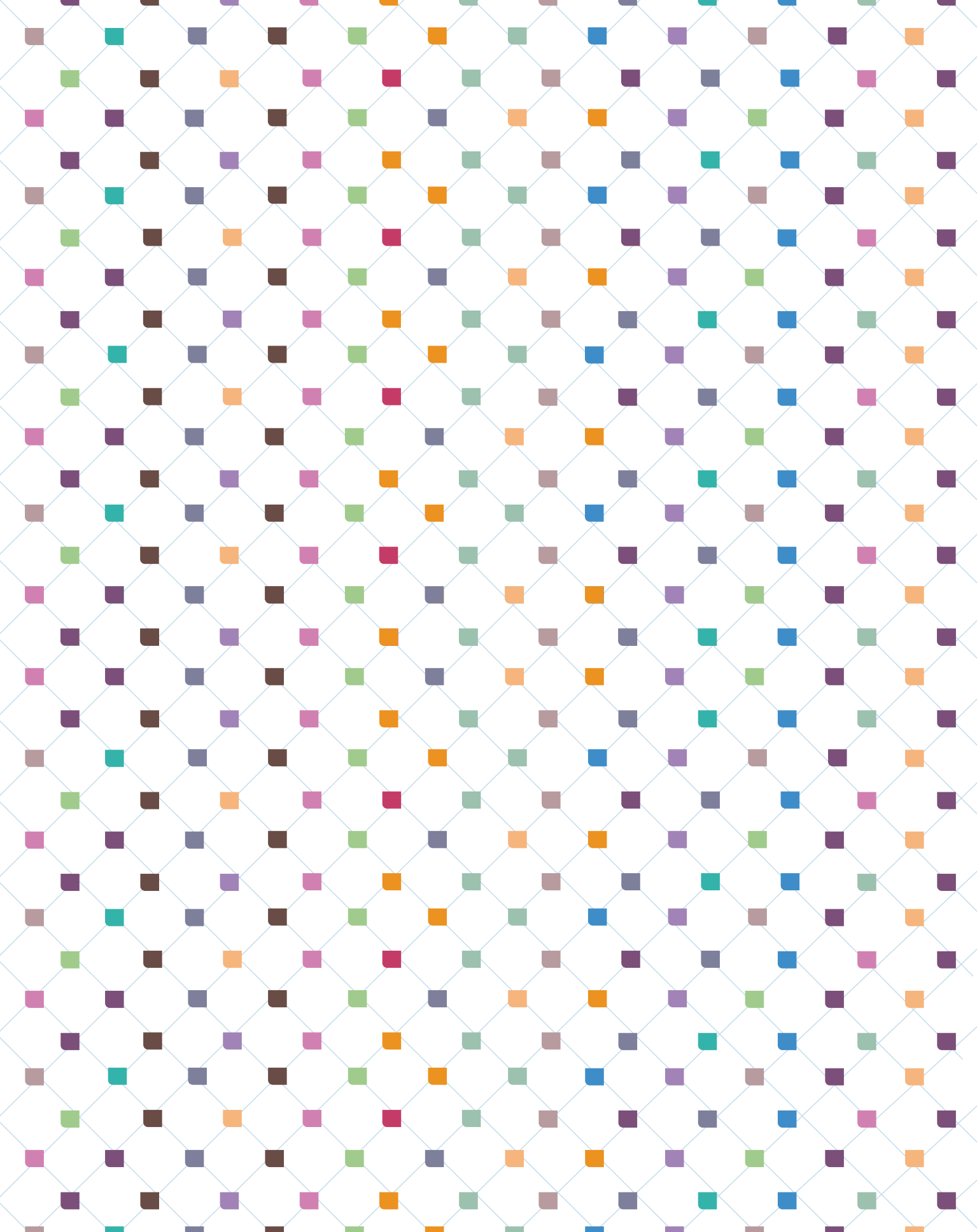
KNAUF

EL LIBRO BLANCO

DE LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

EDICIÓN 02/2023





ÍNDICE

00

PRÓLOGO

01

LA EDIFICACIÓN: IMPACTOS Y OBRAS

1.1.	Impacto global del modelo productivo, representatividad del sector de la edificación	10
1.2.	Impactos asociados a la edificación y criterios de sostenibilidad reconvertores del sector	16
1.2.1.	El ciclo de vida de la edificación	16
1.2.2.	La industria de los materiales de construcción	18
1.2.3.	Las obras de construcción	22
1.2.4.	El uso de la edificación	28
1.2.5.	Las obras de demolición	40

02

CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

2.1.	Líneas de desarrollo sostenible en el mercado de la construcción	46
2.1.1.	Ecoetiquetas para materiales de construcción	46
2.1.2.	Huella de Carbono	50
2.1.3.	Declaración ambiental DAP	56
2.1.4.	Cradle to Cradle	64

2.1.5.	Ecodiseño	70
2.1.6.	Sellos de calidad ambiental para edificación	76
2.1.7.	Rehabilitación energética de la edificación	79
2.1.8.	Conclusión	86

03

CONSUMO Y AHORRO DE ENERGÍA

3.1.	Estimación	90
3.2.	Evolución	96
3.3.	Propuesta de soluciones	100
3.4.	Normativa	104
3.5.	Certificado Energético de Edificios (CEE)	112
3.6.	Parque de viviendas en España	116
3.7.	El confort en las viviendas	122
3.7.1.	Térmico	130
3.7.2.	Humedades	134
3.7.3.	Condensaciones	138
3.8.	CTE HE ahorro de energía	144

04

LA CASA PASIVA

4.1.	La casa pasiva	158
4.2.	La certificación "Passive House"	160
4.3.	Hermeticidad al aire	168

05

POBREZA ENERGÉTICA

5.1.	Un derecho no asequible para todos	172
5.2.	Afrontar la pobreza energética	178

06

CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

6.1.	Calidad del aire	182
6.2.	Edificios sostenibles y saludables	186
6.2.1.	Contaminantes químicos	188
6.2.2.	Contaminantes biológicos	192

07

PROTECCIÓN AL FUEGO Y AISLAMIENTO ACÚSTICO

7.1.	Protección al fuego	196
7.2.	Aislamiento acústico	208

08

EL AISLAMIENTO TÉRMICO

8.1.	Conceptos generales	224
8.2.	Valores de la conductividad y resistencia térmica	232
8.3.	Envoltura térmica de los edificios	236
8.4.	Limitaciones según zona climática	248
8.5.	Cumplimiento del CTE HE	256

09

SOLUCIONES Knauf

9.1.	Soluciones Knauf en fachadas	266
9.1.1.	Rehabilitación interior	269
9.1.2.	Rehabilitación exterior con demolición	278
9.1.3.	Rehabilitación exterior sin demolición	284
9.2.	Soluciones Knauf en cubiertas	295

9.2.1.	Rehabilitación en cubiertas planas	299
9.2.2.	Rehabilitación en cubiertas inclinadas	310
9.2.2.1.	Con desván no-habitable	312
9.2.2.2.	Con desván habitado	316
9.3.	Elementos de separación horizontal	320
9.3.1.	Rehabilitación en forjados con solera seca Brio	326
9.3.2.	Rehabilitación de forjados con techo suspendido Knauf	329
9.4.	Los sistemas Knauf en la rehabilitación total de la envolvente térmica	332
9.5.	Puentes térmicos	334
9.5.1.	Detalles constructivos, aislamiento por el interior	336
9.5.2.	Detalles constructivos aislamiento por el exterior	352

10

RESULTADOS DE LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

10.1.	Resultados de la rehabilitación energética	362
10.2.	Una rehabilitación con materiales certificados	368

11

AYUDAS A LA REHABILITACIÓN

11.1.	Requisitos para la percepción de las ayudas	382
-------	---	-----

12

FUENTES

Fuentes	384
---------	-----

Introducción

La reconversión del sector de la edificación hacia modelos basados en parámetros sostenibles es hoy en día un objetivo parcialmente asumido. Knauf España, desde su creación, ha seguido la filosofía original de sus fundadores, apostando por el medio ambiente y ecología en todos los procedimientos para la fabricación de sus productos. El preámbulo a esta guía pretende ofrecer una perspectiva integral de la situación del sector de la edificación en relación a la crisis climática global. El objetivo es reunir en el texto los datos que permiten destacar el alcance de la problemática del sistema productivo en la edificación para poder valorar la importancia de la reconversión del sector, así como las repercusiones de las distintas medidas basadas en criterios sostenibles que se proponen para acometerla, entre ellas, la rehabilitación integral de la edificación.

Entendemos el sector de la edificación como aquel cuya finalidad es producir edificios y es por ello que el texto se estructura a partir de las actividades relacionadas con este proceso, refiriéndonos al conjunto de fases que conforman el ciclo de vida de un edificio estándar; los procesos de fabricación de los materiales que componen el edificio, las obras de construcción, la etapa de utilización y la posterior demolición del mismo. Concretamos los impactos y los criterios de sostenibilidad para cada una de estas etapas que a su vez corresponden a distintos sectores productivos.

Para finalizar describimos las líneas más destacadas de desarrollo sostenible en el sector de la edificación, las más apoyadas desde la administración, las más consolidadas y las de mayor proyección futura.



LA EDIFICACIÓN: IMPACTO Y OBRAS

1.1.	Impacto global del modelo productivo, representatividad del sector de la edificación	10
1.2.	Impactos asociados a la edificación y criterios de sostenibilidad reconvertidores del sector	16
1.2.1.	El ciclo de vida de la edificación	16
1.2.2.	La industria de los materiales de construcción	18
1.2.3.	Las obras de construcción	22
1.2.4.	El uso de la edificación	28
1.2.5.	Las obras de demolición	40



Impacto global del modelo productivo, representatividad del sector de la edificación

Es prioritario entender que el sistema productivo y económico que viene desarrollando la Humanidad ha provocado una grave crisis global. Durante los últimos 40 años, la estrategia internacional de gestión se ha basado en el crecimiento a partir del consumo sin tomar en cuenta los recursos, lo que ha generado una enorme presión sobre el planeta. Diversos informes demuestran que la Tierra no es capaz de abastecer la demanda de recursos que genera el estilo de vida actual, en particular el de las sociedades industrializadas. Según el Living Planet Report 2020, desde los años 70 hasta el 2016 las poblaciones de especies de vertebrados en el mundo han disminuido una media del 68%; la demanda de recursos de los ecosistemas naturales se ha duplicado, hemos superado la biocapacidad de la tierra la huella ecológica referida a la cantidad de superficie planetaria que es necesaria para proveer de recursos a las personas, para disponer las distintas infraestructuras y absorber los residuos generados por el hombre, es en la actualidad mayor a la superficie terrestre; haría falta más de un planeta y medio (concretamente más de 1,7 planetas) para mantener los niveles de consumo. En 2021 hemos agotado en julio los recursos de la Tierra para este año, y cabe destacar que si todo el mundo viviera como un ciudadano medio de la Unión Europea, habríamos gastado el presupuesto anual de la naturaleza el 10 de mayo y necesitaríamos 2,8 planetas. Esta situación se manifiesta en distintos impactos como son el agotamiento de recursos básicos o la imposibilidad de los ecosistemas de absorber las elevadas emisiones de gases de efecto invernadero, lo que está provocando un pronunciado cambio climático de graves consecuencias sobre sus habitantes y el planeta en general.

01 LA EDIFICACIÓN: IMPACTO Y OBRAS

1.1. Impacto global del modelo productivo, representatividad del sector de la edificación



Un habitante de España requiere de 4.0 hectáreas de superficie terrestre mientras que la media mundial es de aproximadamente 2.8, siendo la biocapacidad actual máxima 1.6 hectáreas por persona.



**En España
actualmente
el sector de
la edificación
consume el 40%
del total de la
energía del país
y es responsable
del 36% de las
emisiones de CO₂**



El hecho de superar la biocapacidad de la tierra es consecuencia de un modelo productivo generalizado basado en ciclos abiertos, en el consumo ilimitado de recursos y la consecuente generación de residuos. Este sistema es el que organiza el sector de la edificación y lo posiciona como uno de los mayores responsables de los impactos ambientales totales.

La Directiva 2012/27/UE, relativa a la eficiencia energética, indica que el sector de la edificación representa el 40% del consumo de energía final de la Unión Europea y es responsable del 36% de las emisiones de CO₂ (estos datos tienen en cuenta el uso de la edificación existente y el valor variable de la industria y el transporte asociados a los trabajos de construcción, mantenimiento y rehabilitación).

La huella ecológica no se distribuye de manera homogénea, depende del modelo de cada región. Según datos del Living Planet Report 2020, al ritmo de consumo de un ciudadano español medio, necesitaríamos 2,3 planetas para satisfacer nuestra demanda de recursos. Desde 2007 España ha ido bajando su índice de biocapacidad por persona, pero todavía es demasiado elevado. En 2016, España tenía una huella total de 4,04 hag (hectáreas globales por persona) y nuestra biocapacidad era de 1,37 hag, por lo que contamos con un déficit ecológico de 2,67 hag.

De la descomposición de la huella ecológica en los elementos que la generan obtenemos un dato remarcable: las emisiones de CO₂ son, con diferencia, el factor que más territorio demanda, se estima que representa más de la mitad de la huella ecológica mundial.



En este sentido la Comisión Europea presentó en octubre de 2020 la estrategia “Renovation Wave” para acelerar e impulsar una oleada de rehabilitación de edificios respaldada por el objetivo de neutralidad climática, que aplique los principios de circularidad, contribuya a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y a la competitividad de Europa y proteja el derecho de todos a tener viviendas asequibles, habitables, accesibles y saludables, salvaguardando el patrimonio cultural.

El objetivo de esta estrategia es duplicar la tasa anual de renovación energética de edificios residenciales y no residenciales para 2030 y fomentar renovaciones energéticas integrales. Así, se espera tener unos 35 millones de edificios renovados para el año 2030 (actualmente hay 220 millones, un 15%) y mantener el ritmo y la calidad de las renovaciones después de 2030, para alcanzar la neutralidad climática en toda la UE de aquí a 2050.

En este sentido la Comisión Europea presentó en octubre de 2020 la estrategia “Renovation Wave” para acelerar e impulsar una oleada de rehabilitación de edificios respaldada por el objetivo de neutralidad climática, que aplique los principios de circularidad, contribuya a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y a la competitividad de Europa y proteja el derecho de todos a tener viviendas asequibles, habitables, accesibles y saludables, salvaguardando el patrimonio cultural.

El objetivo de esta estrategia es duplicar la tasa anual de renovación energética de edificios residenciales y no residenciales para 2030 y fomentar renovaciones energéticas integrales. Así, se espera tener unos 35 millones de edificios renovados para el año 2030 (actualmente hay 220 millones, un 15%) y mantener el ritmo y la calidad de las renovaciones después de 2030, para alcanzar la neutralidad climática en toda la UE de aquí a 2050.

1.2

Impactos asociados a la edificación y criterios de sostenibilidad reconvertores del sector

1.2.1 El ciclo de vida de la edificación

El sistema de ciclos abiertos, sobre el que suele recaer la mayor responsabilidad de los impactos ambientales, es únicamente atajable actuando de forma integral en el proceso productivo evaluando el ciclo de vida completo de cualquier actividad. En el caso de la edificación es necesario contabilizar la entrada de recursos, energía y la generación de residuos asociados en las distintas fases de su ejecución, vida útil y deconstrucción. Lograr cerrar estos procesos supone coordinar todos los agentes y productos involucrados en las técnicas y procesos que intervienen en la construcción del edificio. Tal y como se organiza actualmente la industria del sector esta medida es compleja. En cualquier caso, analizar los impactos más graves de cada fase permite establecer las medidas más eficaces para evitarlos.

01 LA EDIFICACIÓN: IMPACTO Y OBRAS

1.2. Impactos asociados a la edificación y criterios de sostenibilidad reconvertidores del sector



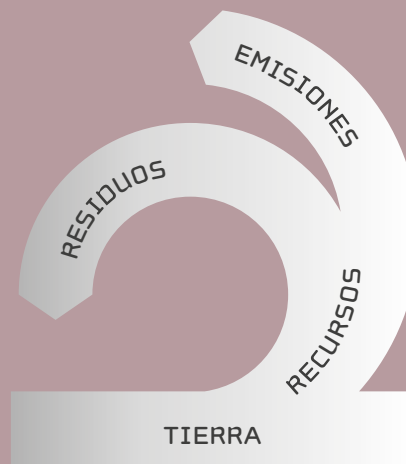
El sector de la edificación es altamente intensivo en la demanda de materiales, solamente la construcción y el mantenimiento de los edificios consume el 40% de las materias primas utilizadas en la Unión Europea.

1.2.2 La industria de los materiales de construcción

La fabricación de materiales de construcción es una de las actividades más importantes durante el ciclo de vida del edificio. Según el informe “Sobre una estrategia para dirigir al sector de la edificación hacia la eficiencia en la emisión de gases de efecto invernadero”, realizado por Albert Cuchí para el Ministerio de Vivienda, las emisiones producidas en los procesos relacionados con los materiales de construcción de un edificio provienen de la extracción de las materias primas, el transporte hacia los centros de transformación, los procesos de manufactura y conformación, la distribución y la comercialización. Estos pueden suponer hoy en día entre el 33% y el 50% de los gases de efecto invernadero imputables a todo el ciclo de vida del edificio. En términos globales la energía consumida por la industria de materiales de construcción actualmente representa aproximadamente el 14% de la energía total. Hay que añadir que el sector de la edificación es altamente intensivo en la demanda de materiales, solamente la construcción y el mantenimiento de los edificios consume el 40% de las materias primas utilizadas en la Unión Europea; se estima que en la edificación estándar existe un manejo de entre 2 y 3 toneladas de materiales por metro cuadrado.

01 LA EDIFICACIÓN: IMPACTO Y OBRAS

1.2. Impactos asociados a la edificación y criterios de sostenibilidad reconvertidores del sector



Al igual que en la edificación en su conjunto, los materiales de construcción responden a ciclos de vida abiertos. Para entender esta cuestión, a pesar de las incertidumbres que todavía le rodean, se utiliza el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) que estudia los impactos de cada material desde su producción hasta su deshecho. Por parte de la Organización Internacional de Estandarización (ISO), se ha desarrollado un marco para la normalización de la metodología de ACV. Un producto debería incluir todas las entradas (consumo de recursos) y salidas (emisiones y residuos) de los procesos que participan a lo largo de su ciclo de vida.

El cierre del ciclo de los materiales actúa directamente sobre la reducción de los principales impactos ambientales, y consiste en conseguir pasar de un sistema de ciclo abierto basado en extracción, fabricación, uso y deshecho a uno de ciclo cerrado basado en reciclaje, fabricación, uso, reciclaje o reutilización.

Los factores responsables de la mayor o menor emisión de CO₂ durante las distintas etapas del ciclo de vida de los materiales de construcción se resumen en los siguientes: la composición del material; los sistemas constructivos empleados; el número de materiales requeridos para construir el edificio y la cantidad y fuentes de energía utilizadas en la fabricación y transporte de los materiales. El último punto a su vez depende de los sistemas de fabricación, según sean más o menos eficientes; y de las fuentes energéticas, según sean fósiles o renovables.

Actualmente no existe una norma de obligado cumplimiento que asegure el bajo impacto ambiental de los materiales de construcción, pero existen diversas normas internacionales que definen los criterios generales sobre cómo evaluar el impacto ambiental de los productos y cómo comunicar los resultados en el caso que se quiera hacer.

ISO 14040-44 - Gestión ambiental. Análisis de ciclo de Vida. Principios y marco de referencia. Requisitos y directrices.

ISO 14025:2006 - Etiquetas y declaraciones ambientales — Declaraciones ambientales tipo III — Principios y procedimientos.

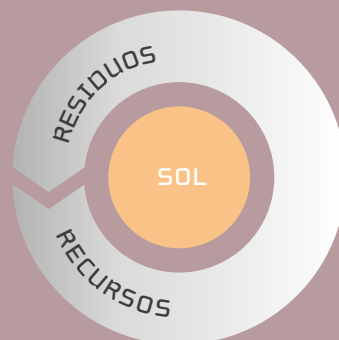
ISO 14026:2017 - Etiquetas y declaraciones ambientales - principios, requisitos y directrices para la comunicación sobre huellas.

01 LA EDIFICACIÓN: IMPACTO Y OBRAS

1.2. Impactos asociados a la edificación y criterios de sostenibilidad reconvertidores del sector



El cierre del ciclo de los materiales actúa directamente sobre la reducción de los principales impactos ambientales, y consiste en conseguir pasar de un sistema de ciclo abierto basado en extracción, fabricación, uso y deshecho a uno de ciclo cerrado basado en reciclaje, fabricación, uso, reciclaje o reutilización.



TIERRA

Los materiales y todas las actividades relacionadas directa e indirectamente con ellos ocupan un lugar clave en el sector de la edificación. Construir un metro cuadrado estándar de nuestra edificación supone 20 veces más emisiones que las asociadas al consumo energético de un metro cuadrado ya construido. El ecoetiquetado es la herramienta que asegurará la reconversión del sector siempre que se acompañe de políticas públicas. Un ejemplo de etiquetado son las DAP (Declaraciones Ambientales de Producto), que son documentos normalizados de acuerdo con la ISO 14025 y permiten valorar el desempeño ambiental de un producto, material o servicio.

1.2.3 Las obras de construcción

En España los impactos derivados de esta actividad se deben al sistema constructivo imperante, calificado comúnmente como construcción convencional, basado en la adición de un alto número de materiales y componentes mediante un intenso trabajo manual. El principal problema del mismo reside en la elevada generación de residuos durante el proceso de construcción. Según las estadísticas del Instituto Nacional de Estadística (INE), en el período 2007-2012 se redujeron fuertemente la generación de RCD (residuos de construcción y demolición) en nuestro país, pasando de unos 42 millones de toneladas en el año 2007 a unos 27 millones de toneladas de en 2012. Esto fue debido principalmente a que el sector de la construcción en España atravesó uno de sus peores ciclos de recesión, circunstancia agravada por el hecho de que el ciclo anterior fue de gran expansión. El descenso en la demanda de viviendas, unido a la caída de los precios, y la escasa inversión en obra pública, hicieron que la actividad de este sector se situara en niveles muy inferiores a los del año 2008. Actualmente el sector se encuentra en niveles mejores respecto al 2012, pero sigue muy lejos de los niveles de 2008.

01 LA EDIFICACIÓN: IMPACTO Y OBRAS

1.2. Impactos asociados a la edificación y criterios de sostenibilidad reconvertidores del sector





La Directiva marco de residuos estableció como objetivo reciclar el 70% de los residuos de construcción y demolición en 2020, cerrando así el ciclo de vida de los productos mediante el aumento del reciclaje y la reutilización.

El sistema constructivo repercute en los impactos derivados de las distintas fases del ciclo de vida del edificio; en la etapa de extracción y fabricación de materiales de construcción observamos que el sistema convencional es el que genera mayor demanda. Sin embargo, a su favor, frente a otros sistemas como los compuestos predominantemente de acero, las emisiones derivadas de la fabricación de los materiales requeridos para este sistema son bastante inferiores.

Las conclusiones extraídas en la tesis de Gerardo Wadel Raina, "La sostenibilidad en la arquitectura industrializada: la construcción modular ligera aplicada a la vivienda" indican que no existen grandes diferencias respecto a los consumos energéticos y emisiones de CO₂ entre el sistema constructivo convencional y los modulares; comparado con la vivienda modular de menor impacto supone un 20% más de emisiones en el ciclo de vida. Sin embargo, en cuanto a los materiales, la diferencia es mucho más evidente, frente al sistema modular la construcción convencional se encuentra ante grandes obstáculos para cerrar el ciclo de vida de los materiales debido al consumo de materiales directo y la generación de residuos generados a lo largo del ciclo de vida.



Por último, el sistema convencional frente a otros tipos de construcción prefabricada en seco, tiene incidencia ambiental sobre el sistema hídrico, ya que aunque la construcción demanda cantidades de agua relativamente bajas, los incidentes y la mala práctica en obra pueden generar graves episodios locales de contaminación.

Los sistemas constructivos resultan vitales en la búsqueda de estándares óptimos de eficiencia en la edificación. La tendencia más recomendable es la estandarización e industrialización de los elementos y procesos constructivos, ya que mejoran la calidad de los productos, optimizan los gastos de producción y posibilitan la reutilización, así como la utilización de pocos materiales y de juntas reversibles. Las buenas prácticas en los sistemas constructivos influirán en sucesivas fases del ciclo vital de los inmuebles, tanto en la vida útil como en la deconstrucción del edificio, mejorando en todos los casos los impactos ambientales asociados a cada etapa.

Es interesante mencionar el Pasaporte de materiales o de edificios, como por ejemplo la iniciativa BAMB (Buildings as Material Banks), que considera los edificios y construcciones como bancos de materiales siempre y cuando se haga ya desde la fase de diseño. Los arquitectos tienen un papel fundamental en la implementación de pasaportes materiales, ya que la implementación debe ocurrir desde el comienzo del diseño de un edificio. El concepto de “construir para deconstruir” ayuda a recuperar materiales y a promover que no se tengan que derribar todos en el fin de vida. El aprovechamiento de las materias locales en el lugar de construcción, por ejemplo, también es una medida de circularidad para tener en cuenta.

1.2.4 El uso de la edificación

La fase que corresponde al uso del edificio, en la actualidad, es la más intensiva en los impactos que origina. La gestión de los recursos que mantienen las condiciones de habitabilidad de los espacios, en un edificio estándar, genera graves daños ambientales, principalmente cuantiosas emisiones de CO₂ por el consumo de energía, alto requerimiento de agua y elevada generación de residuos urbanos.

El valor más significativo de los impactos por la utilización de la edificación son las emisiones de CO₂, más de una quinta parte del total de nuestro país. MITECO destaca que las emisiones directas generadas por la combustión de combustibles fósiles en el sector residencial, comercial e institucional supusieron un 8% del total de las emisiones del inventario de gases de efecto invernadero de España en el 2017, pero excluyendo las emisiones derivadas del consumo eléctrico. El 61% de estas emisiones se atribuye a los consumos realizados en las viviendas, mientras que el 39% restante corresponde a las edificaciones institucionales y comerciales.

01 LA EDIFICACIÓN: IMPACTO Y OBRAS

1.2. Impactos asociados a la edificación y criterios de sostenibilidad reconvertores del sector



El 42% de las emisiones se deben a las instalaciones para mantener el confort térmico, sistemas de calefacción y refrigeración.



Según el último informe ERESEE de 2020, la energía total demandada por la edificación en España supone el 29% del total, descomponiéndose en el 17% para el parque residencial y el resto para edificación terciaria.

Cabe destacar que la edificación es responsable de un tercio de las emisiones de gases de efecto invernadero si tenemos en cuenta las originadas por el propio proceso constructivo.

El cálculo de la distribución del consumo total de energía en las viviendas revela que el 42% de las emisiones se deben a las instalaciones para mantener el confort térmico, es decir a los sistemas de calefacción y refrigeración; los siguientes consumidores son la iluminación y electrodomésticos (29%), el agua caliente sanitaria (19%) y la cocina (10%) (2017. ERESEE). Entre los factores que influyen en estos consumos el más notable es el concerniente a lo arquitectónico, es decir la eficacia del diseño y construcción del edificio. También los consumos son dependientes de cuestiones relacionadas con las instalaciones, según sea la fuente energética que se utilice (gas natural, electricidad, gasoil, energías renovables, etc.) y la eficiencia, mantenimiento y buenas prácticas en el uso de las mismas.

La estrategia más recomendable para conseguir que un edificio alcance las condiciones de confort con la menor demanda y consumo energético es el diseño bioclimático. Éste establece medidas pasivas para ahorrar consumos energéticos y emisiones de CO₂ aplicables tanto en la edificación ex novo como en los edificios existentes. Estas acciones se basan en aprovechar el clima y las condiciones del entorno donde se emplazará el edificio, con el fin de conseguir una situación de confort térmico en su interior. A ese respecto, el parque edificado y el de nueva construcción difieren en el margen de actuación, ya que la rehabilitación no goza de las posibilidades que ofrece el diseño previo. Independientemente, en ambos casos se pueden conseguir resultados de ahorro sorprendentes proyectando bajo criterios bioclimáticos.

En concreto, para el parque edificado, las medidas arquitectónicas que conseguirían los mayores ahorros energéticos serían la mejora de los parámetros de transmitancia térmica indicados como máximos en el CTE HE1 para suelos, cubiertas y fachadas, así como la mejora de huecos y puentes térmicos. Un resultado aún más eficiente se podrá obtener incorporando los criterios indicados en el estándar PassivHaus, que prevé una envolvente altamente aislada y la recuperación de calor para el aire extraído de la vivienda (WWF España. Potencial de ahorro energético y de reducción de emisiones de CO₂ del parque residencial existente en España en 2020).

01 LA EDIFICACIÓN: IMPACTO Y OBRAS

1.2. Impactos asociados a la edificación y criterios de sostenibilidad reconvertidores del sector



El 42% de las emisiones se deben a las instalaciones para mantener el confort térmico, sistemas de calefacción y refrigeración.



La reducción de las transmitancias se consigue mejorando los niveles de aislamiento en los paramentos y cubiertas, y utilizando carpinterías más estancas y vidrios más aislantes, en general, mejorando el aislamiento en toda la envolvente del edificio.



También como medidas arquitectónicas que conseguirían mayor eficiencia y por lo tanto mayores ahorros energéticos, se destacan las soluciones que favorezcan la ventilación natural y la instalación de elementos de protección solar móviles. En cuestión de instalaciones, lo más importante será sustituir las instalaciones térmicas todavía en uso, como calderas y equipos de aire acondicionado, por equipos de mayor eficiencia (planes Renove) y, en cualquier caso, introducir fuentes energéticas renovables in situ, permitiendo el autoconsumo individual y colectivo (comunidades energéticas locales), según un modelo de generación distribuida. Finalmente, la compra de energía eléctrica renovable para los consumos no cubiertos por la generación in situ es la forma de tener una contratación energética de cero emisiones. Según el informe de Greenpeace "La batalla de las redes" podría abastecerse a toda Europa de energía renovable a cualquier hora del día si se invirtiese para conseguir una red eléctrica que conectase todos los lugares que el estudio considera para producir energía y distribuirla.

Conseguir la reducción de demanda energética del parque de viviendas existente en España es de vital importancia. La rehabilitación de edificios tiene que ser de tipo integral, minimizando la demanda con soluciones pasivas y minimizando los consumos tanto con la instalación de sistemas de alta eficiencia y con fuentes renovables, como con la educación de los usuarios. Este tipo de rehabilitación, dependiendo del clima y de la edad del edificio, permitirá reducir los consumos de los edificios hasta un 50%.



Además de la energía, la gestión de otros recursos como el agua o los residuos domésticos, designados oficialmente como residuos urbanos, suponen impactos considerables durante el uso de la edificación. El más destacable es el consumo de agua, se estima que la edificación consume un 11 % del total del país. Actualmente, dada la conciencia respecto a la escasez de agua, el CTE controla aspectos de suministro y evacuación, pero con ello no se alcanzan niveles óptimos de sostenibilidad teniendo en cuenta que de las necesidades diarias por persona no más del 5% necesita ser potable. Algunas de las directrices para el uso eficiente del agua durante la vida útil del edificio son: la recogida del agua de lluvia, la implantación de sistemas segregados de aguas grises para su reutilización y la instalación de sistemas con reducción de caudales y consumos. La adición de estas acciones disminuirá drásticamente la cantidad de agua utilizada en una edificación estándar.

En conclusión, si el objetivo es disminuir el consumo y emisiones de la edificación, la línea de actuación ineludible es intervenir en el parque ya edificado y a nivel integral. La vivienda nueva representa un 1,8% del total de viviendas construidas (Fuente: MITMA) por lo que aplicar sobre este grupo los parámetros de sostenibilidad, conseguiría exclusivamente actuar sobre un porcentaje muy bajo de la edificación, consiguiendo una mejora interesante pero poco importante. Por el otro lado, el parque de edificios existentes en España representa el 98,2% del total, por lo que reducir su consumo hasta al menos la mitad a través de una rehabilitación integral, permitiría alcanzar los objetivos de reducción establecidos en la estrategia europea de reducción de emisiones "Renovation Wave".



Además de la energía, la gestión de otros recursos como el agua o los residuos domésticos, designados oficialmente como residuos urbanos, suponen impactos considerables durante el uso de la edificación. El más destacable es el consumo de agua, se estima que la edificación consume un 11 % del total del país. Actualmente, dada la conciencia respecto a la escasez de agua, el CTE controla aspectos de suministro y evacuación, pero con ello no se alcanzan niveles óptimos de sostenibilidad teniendo en cuenta que de las necesidades diarias por persona no más del 5% necesita ser potable. Algunas de las directrices para el uso eficiente del agua durante la vida útil del edificio son: la recogida del agua de lluvia, la implantación de sistemas segregados de aguas grises para su reutilización y la instalación de sistemas con reducción de caudales y consumos. La adición de estas acciones disminuirá drásticamente la cantidad de agua utilizada en una edificación estándar.

En conclusión, si el objetivo es disminuir el consumo y emisiones de la edificación, la línea de actuación ineludible es intervenir en el parque ya edificado y a nivel integral. La vivienda nueva representa un 1,8% del total de viviendas construidas (Fuente: MITMA) por lo que aplicar sobre este grupo los parámetros de sostenibilidad, conseguiría exclusivamente actuar sobre un porcentaje muy bajo de la edificación, consiguiendo una mejora interesante pero poco importante. Por el otro lado, el parque de edificios existentes en España representa el 98,2% del total, por lo que reducir su consumo hasta al menos la mitad a través de una rehabilitación integral, permitiría alcanzar los objetivos de reducción establecidos en la estrategia europea de reducción de emisiones "Renovation Wave".

1.2.5 Las obras de demolición

La última etapa del ciclo de vida ha sido hasta el momento las obras de demolición (directamente vinculadas al sistema constructivo convencional), fase en la que se generan la mayor parte de los 27 millones de toneladas de residuos que se asignan al sector de la construcción. Actualmente, el tratamiento de valorización, es decir, el reciclaje o reutilización de estos residuos, representa únicamente entre uno y dos tercios del total generado, por lo que, finalmente al vertedero llegan entre 9 y 18 millones de toneladas anuales de desechos de la construcción (Fuente: Cembureau).

Las cifras son claras, y los impactos ambientales derivados graves. La contaminación de acuíferos y suelos por vertederos incontrolados de residuos mezclados y sin tratamiento previo, la aparición de escombreras ilegales, el deterioro paisajístico, la degradación del entorno y el despilfarro de recursos naturales no renovables son los más destacados.

Encaminar el sector hacia una situación más sostenible es el objetivo de las iniciativas que promueve el Plan Nacional de Gestión de Residuos.

01 LA EDIFICACIÓN: IMPACTO Y OBRAS

1.2. Impactos asociados a la edificación y criterios de sostenibilidad reconvertidores del sector





Se insiste en el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos, preferentemente su valorización material, y, en su defecto, su valorización energética y la minimización de la eliminación o vertido. Para garantizar este proceso son labores básicas la separación y recogida selectiva de los residuos.

La elección de un sistema constructivo que tenga en cuenta uniones en seco fácilmente desmontables y elementos constructivos estandarizados, es la base para la reducción de los residuos de construcción y demolición (RCD). Estas condiciones facilitan la reciclabilidad y la reutilización, mejoran la calidad del producto final y optimizan los gastos de producción. Además, los sistemas de montaje en seco reducen los impactos sobre el agua. Los costes ambientales serán aún menores si se utilizan pocos materiales diferentes y de juntas reversibles, así como elementos de fácil manejo y transportabilidad, cuyo mantenimiento no requiera de operaciones de envergadura.

El CTE obliga a acompañar toda obra de un plan de gestión de residuos, lo cual parece alentador, pero todavía son escasas las medidas de prevención para la producción de RCD así como para el aprovechamiento de los recursos contenidos en los mismos.

La valorización de residuos puede ser una fuente de actividad económica importante y de ahorro de recursos ya que se están desaprovechando anualmente entre 9 y 18 millones de toneladas de materias primas.

CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

2.1.	Líneas de desarrollo sostenible en el mercado de la construcción	46
2.1.1.	Ecoetiquetas para materiales de construcción	46
2.1.2.	Huella de Carbono	50
2.1.3.	Declaración ambiental DAP	56
2.1.4.	Cradle to Cradle	64
2.1.5.	Ecodiseño	70
2.1.6.	Sellos de calidad ambiental para edificación	76
2.1.7.	Rehabilitación energética de la edificación	79
2.1.8.	Conclusión	86



2.1

Líneas de desarrollo sostenible en el mercado de la construcción

Expuestos los causantes y las posibles mejoras de los impactos derivados del sector de la edificación, queda clara la necesidad de cerrar los ciclos de vida de los materiales, sistemas constructivos y edificación en general, haciendo hincapié en la urgente necesidad de intervención en la reducción de consumos energéticos durante el uso de la edificación.

2.1.1 Ecoetiquetas para materiales de construcción

La línea de desarrollo sostenible de los materiales de construcción está dirigida, en gran medida, por el sistema de ecoetiquetado y las declaraciones ambientales reguladas por la ISO. Las ecoetiquetas son actualmente la herramienta voluntaria para garantizar que productos y servicios cumplan con ciertas características o criterios de respeto al medio ambiente, aportando información precisa y verificable. La evolución de estas identificaciones durante los últimos años ha experimentado una explosión a nivel internacional debido a la creciente conciencia del sector industrial de la necesidad (para ser competitivos en el mercado actual) de comunicar al consumidor qué requisitos de sostenibilidad cumplen los productos que van a adquirir. Las ecoetiquetas, además de ser un valor de compra, tienen la capacidad inestimable de reconducir el sector productivo hacia un menor impacto ambiental, a la vez que constituyen valorizaciones ambientales objetivas de productos.

En la norma ISO 14020 se exponen las directrices generales para el desarrollo y uso de las ecoetiquetas y declaraciones ambientales, según la cual existen tres tipos de etiquetas ecológicas diferentes, (Tipo I, II y III), cada una tiene un desarrollo diferente y una repercusión distinta en los materiales de construcción.

Las ecoetiquetas tipo I (ISO 14024) aseguran que un producto cumple unos valores mínimos

02 CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

2.1. Líneas de desarrollo sostenible en el mercado de la construcción



basados en su ciclo de vida y son validadas por un organismo tercero; existen ejemplos muy reconocidos de ecoetiquetados I que incluyen materiales de construcción: Ecolabel, etiqueta ecológica europea (Comisión Europea, Medio Ambiente), Ángel Azul (del Ministerio de Medio Ambiente Alemán), El Cisne Blanco/ cisne nórdico (del Consejo Nórdico de Certificación), AENOR Medio Ambiente (Asociación Española de Normalización y Certificación), etc.

Las ecoetiquetas tipo II (ISO 14021) son semejantes a las anteriores con la diferencia de ser declaraciones propias del fabricante relativas a una característica, y también fundada en el ciclo de vida del producto. En este sistema de autodeclaraciones no hay certificación independiente para terceros.

Por último, las ecoetiquetas tipo III (ISO 14025 e ISO 21930), como las Declaraciones Ambientales de Productos (DAP o EPD, sigla inglesa de Environmental Product Declaration), aportan una diferencia destacable. Estas últimas no dan criterios mínimos a cumplir, sino que identifican los parámetros de comportamiento de un producto sobre los que se debe informar durante el ciclo de vida. Este ecoetiquetado no permite de forma explícita la comparación directa entre productos. La Unión Europea está impulsando el desarrollo de declaraciones ambientales, como apoyo a nuevas legislaciones referentes a la temática ambiental en el sector de la construcción. Internacionalmente, existen diferentes programas de ecoetiquetas tipo III en funcionamiento: Francia, Alemania, Suecia, Noruega, Holanda, Suiza, Canadá, Japón o Corea son algunos de los países pioneros en implantar estos sistemas.

El ecoetiquetado en España fue impulsado a partir de 2008 con el programa DAP y en 2010 se certificó el primer material de construcción con este tipo de ecoetiquetado. Aenor también desarrolló el programa global EPD y actualmente emite Declaraciones ambientales de producto (DAP) conforme a la Norma Internacional UNE-EN ISO 14025.

preparados para afrontar nuevas exigencias ambientales, tanto para impulsar el cambio del sector como para no dejar de ser competitivos y estar preparados para las exigencias de las normativas de obligado cumplimiento que se están desarrollando desde el marco europeo.

02 CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

2.1. Líneas de desarrollo sostenible en el mercado de la construcción

Ecoetiqueta tipo I



Ecoetiqueta tipo II

Círculo de Moëbius para declaración del contenido de reciclaje.



Ecoetiqueta tipo III

Diferentes sistemas de ecoetiquetado (programas DAP).



2.1.2. Huella de Carbono

La energía es la capacidad de un cuerpo para desarrollar un trabajo. Existen muchos tipos de energías que podemos clasificar en dos grupos: las renovables o alternativas y las no renovables o combustibles fósiles.

Los combustibles fósiles son el carbón, el petróleo y el gas natural. Estos fósiles se han formado de manera natural por medio de procesos biogeoquímicos, desarrollados bajo condiciones especiales durante millones de años. La materia prima a partir de la cual se originaron incluye restos vegetales y antiguas comunidades planctónicas. Todos ellos producen energía por combustión, de modo que se generan dos problemas: la destrucción de un producto energético finito y la emisión de gases tóxicos, como el metano (CH_4) el óxido de nitrógeno (N_2O), los carburos hidrofluorados (HFC), el hexafluoruro de azufre (SF_6) y, el más importante, el dióxido de carbono (CO_2).

El dióxido de carbono (CO_2) es un gas que contribuye a que la Tierra tenga una temperatura que posibilita la vida, siempre y cuando se mantenga dentro de unas cantidades equilibradas. Los rayos solares calientan la corteza terrestre por radiación. La energía calorífica se difunde en la atmósfera, el dióxido de carbono situado en las capas altas de la atmósfera retiene parcialmente ese calor y lo devuelve a la Tierra. Este fenómeno es similar a lo que ocurre en un invernadero. Por ello, sin CO_2 en la atmósfera, la Tierra sería un bloque de hielo. No obstante, un exceso de dióxido de carbono acentúa el fenómeno conocido como *efecto invernadero*, por el cual se reduce la emisión de calor al espacio, provocando así un mayor calentamiento del planeta. En los últimos años, la cantidad de dióxido de carbono ha aumentado mucho y eso contribuye, según el consenso científico internacional, al calentamiento global del clima planetario.

02 CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

2.1. Líneas de desarrollo sostenible en el mercado de la construcción



Con la huella de carbono, se pretende que las empresas puedan reducir los niveles de contaminación mediante un cálculo estandarizado de las emisiones que tienen lugar durante los procesos productivos.





El carbono es un componente esencial de todos los seres vivos. Está presente en la atmósfera, en forma de dióxido de carbono, también en los océanos y en los combustibles fósiles (carbón, petróleo y otros hidrocarburos).

El dióxido de carbono de la atmósfera es absorbido por las plantas que lo convierten en azúcar y tejidos a través del proceso de fotosíntesis. Los animales ingieren las plantas, metabolizando el carbono y convirtiéndolo en tejidos y energía. El carbono se libera a través de las heces. Cuando los seres vivos mueren, son desintegrados por otros organismos, los cuales, a su vez, liberan el carbono a la atmósfera y al suelo, iniciándose nuevamente el proceso. El carbono pasa de las plantas a los herbívoros, que lo liberan en gran parte en forma de CO_2 a través de su respiración, pero otra parte se almacena en sus tejidos y así pasará a los carnívoros. En última instancia, todos los compuestos del carbono se degradan por descomposición, y el carbono es liberado en forma de CO_2 , que es utilizado de nuevo por las plantas.

La huella de carbono es indicador utilizado para describir el cálculo de las emisiones normalizadas de dióxido de carbono (CO_2) asociadas a organizaciones, eventos, actividades o a la cadena de producción de bienes, desde la obtención de materias primas hasta el tratamiento de desperdicios, pasando por la manufacturación y el transporte, es decir, al ciclo de vida de un producto. Por tanto, la huella de CO_2 es la medida del impacto que provocan las actividades humanas en el medio ambiente y se determina según la cantidad de gases de efecto invernadero producidos y medidos en unidades de dióxido de carbono equivalente.

Con la huella de carbono se pretende que las empresas puedan reducir los niveles de contaminación mediante un cálculo estandarizado de las emisiones que tienen lugar durante los procesos productivos.



Hay varias normas y referencias para el cálculo de la huella de carbono de producto, entre ellas está la norma ISO TS 14067 que establece un marco de referencia internacionalmente reconocido para dicho cálculo. Para el cálculo de la huella de carbono de las organizaciones, la norma de referencia es la ISO 14064-2012 y la 14064-2019. En enero de 2022 la norma de 2012 quedará obsoleta, quedando como referencia únicamente la del 2019. El cálculo de las emisiones indirectas de esta norma se basa en el GHG Protocol.

El certificado de la huella de carbono es voluntario, no obstante, hay empresas que quieren identificar sus productos con los valores de CO₂ certificados, para que los consumidores puedan optar por aquellos menos contaminantes.

La responsabilidad y el compromiso de Knauf con el entorno se basan en promover actividades y soluciones que contribuyan a la mejora constante del medio ambiente, apostando por un aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, por la eficiencia energética, y por la reducción de gases de efecto invernadero.

2.1.3. Declaración ambiental DAP

Las Declaraciones Ambientales de Producto (DAP, o Environmental Product Declarations, EPD en inglés) son un tipo de ecoetiqueta que permiten informar de manera objetiva del impacto ambiental del producto en relación a su ciclo de vida. Se trata de una herramienta que permite a las administraciones, proyectistas y constructores, así como a los usuarios finales, comparar y escoger los materiales teniendo en cuenta su impacto medioambiental.

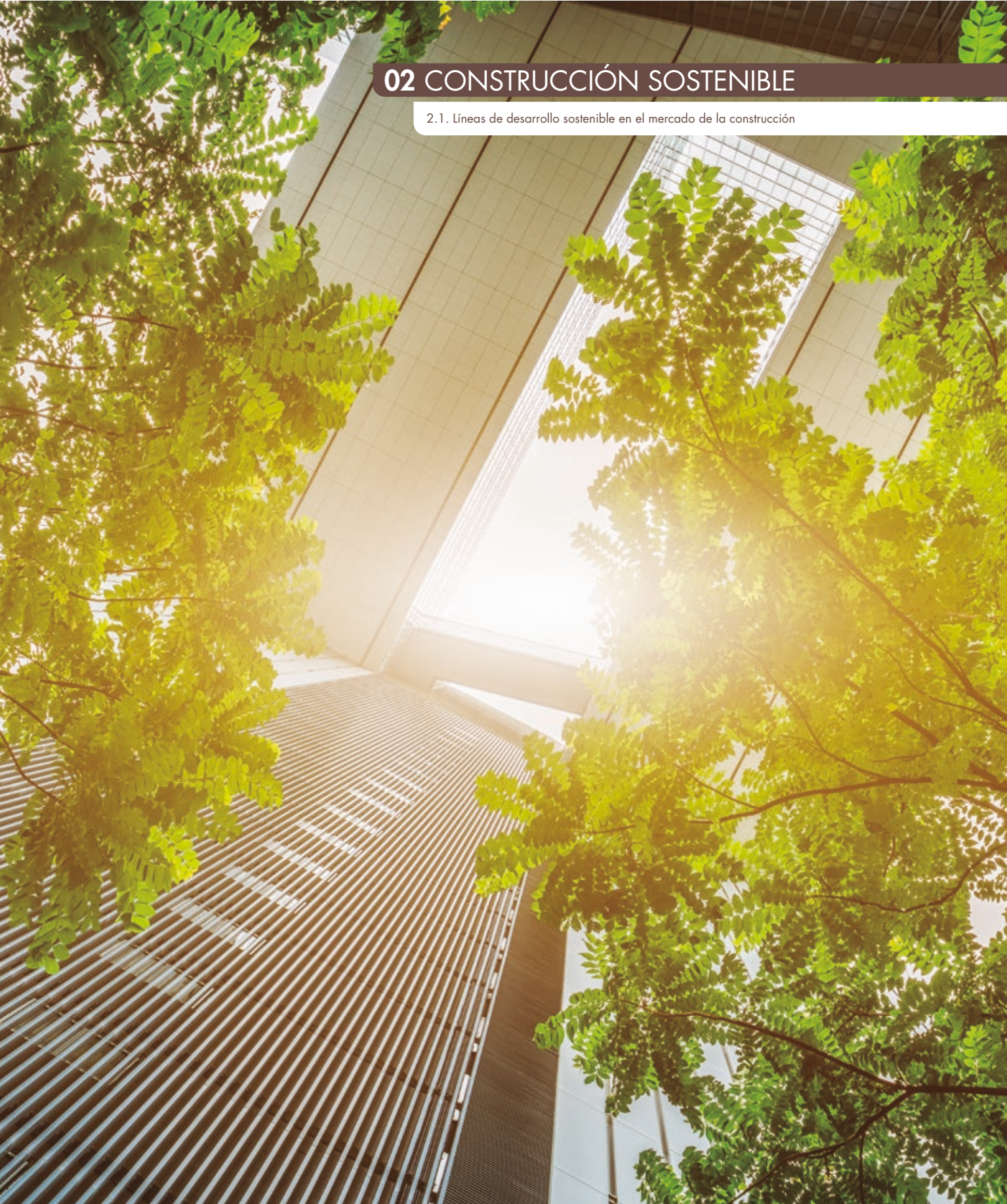
Disponer de una DAP no implica que un producto tenga un buen comportamiento ambiental, y compararla con productos similares o con la media del sector puede ser complejo dependiendo de las prestaciones que pueda ofrecer durante su uso y mantenimiento. No obstante, para comparar las DAP éstas deben compartir una misma metodología de cálculo. La finalidad de las DAP es fomentar el uso de productos con menor impacto ambiental.

La norma UNE-ISO 21930: 2017 de sostenibilidad en la construcción de edificios facilita los principios y requisitos para las declaraciones ambientales de productos de construcción para edificios. La información contenida en una DAP está basada en el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) según las normas UNE EN ISO 14040-44 y acorde a la UNE EN 15804 "Reglas de categoría de producto básicas para productos de construcción".

Existen diferentes alcances de un ACV: de la *cuna a la puerta* (Cradle to Gate) incluyendo la extracción de la materia prima y la producción, de la *cuna a la tumba* (Cradle to Grave) desde la obtención de recursos hasta la fase de residuo del producto incluido su reciclaje y/o gestión final y de la *cuna a la cuna* (Cradle to Cradle) que en este caso comporta un ACV completo en el que se cierra el ciclo mediante la reintroducción del producto en su mismo ciclo productivo, u en otro, una vez haya llegado a su final de vida.

02 CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

2.1. Líneas de desarrollo sostenible en el mercado de la construcción





La placa de yeso laminado Knauf Standard A en España tiene un impacto medio estimado de 3,35 kg CO₂/m² y de 35 MJ/m², muy inferior a otros materiales tradicionales de construcción.

Las DAP pueden dar una información ambiental estática, lo interesante es seguir optando por una mejora y análisis continuo que permita gestionar los impactos para mejorar los productos. En este sentido, Knauf analiza continuamente los productos desde todo su ciclo de vida, con el objetivo de ofrecer soluciones con materiales o sistemas constructivos más sostenibles.

El estudio de análisis de ciclo de vida (ACV) de las placas de yeso laminado fabricadas por Knauf España se ha realizado desde la *cuna a la tumba* para el ámbito de la península ibérica. Las diferentes etapas que se han tenido en cuenta para el estudio del ACV están definidas en la norma UNE EN 15804:

Los resultados del estudio desarrollado para las placas de yeso laminado Knauf producidas en Guixers y Escúzar muestran que para una placa de yeso laminado Knauf Standard A, la mayor parte del impacto ambiental se produce en la primera etapa del ciclo de vida, concretamente el 65% del impacto asociado al cambio climático ($\text{kg CO}_2 \text{ eq/m}^2$) y el 73% del impacto asociado al agotamiento de recursos abióticos (MJ/m^2) y dentro de esta etapa la mayor parte del impacto está en la fabricación.

Además del análisis de ciclo de vida de los materiales, también es importante analizar las prestaciones que puedan ofrecer los sistemas constructivos formados por dichos materiales (aislamiento y acondicionamiento acústico, aislamiento térmico, resistencia al fuego) puesto que la decisión de utilizar un sistema más eficiente puede representar un menor impacto ambiental en la fase de uso y mantenimiento del edificio. Gracias a todos los elementos descritos anteriormente, los sistemas con placas de yeso laminado Knauf tienen un bajo impacto ambiental a lo largo de su ciclo de vida.



Las Declaraciones Ambientales de Producto (DAP, o Environmental Product Declarations, EPD en inglés) son un tipo de ecoetiqueta que permiten informar de manera objetiva del impacto ambiental del producto en relación a su ciclo de vida. Se trata de una herramienta que permite a las administraciones, proyectistas y constructores, así como a los usuarios finales, comparar y escoger los materiales teniendo en cuenta su impacto medioambiental.

Disponer de una DAP no implica que un producto tenga un buen comportamiento ambiental, y compararla con productos similares o con la media del sector puede ser complejo dependiendo de las prestaciones que pueda ofrecer durante su uso y mantenimiento. No obstante, para comparar las DAP éstas deben compartir una misma metodología de cálculo. La finalidad de las DAP es fomentar el uso de productos con menor impacto ambiental.

La norma UNE-ISO 21930: 2017 de sostenibilidad en la construcción de edificios facilita los principios y requisitos para las declaraciones ambientales de productos de construcción para edificios. La información contenida en una DAP está basada en el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) según las normas UNE EN ISO 14040-44 y acorde a la UNE EN 15804 "Reglas de categoría de producto básicas para productos de construcción".

Existen diferentes alcances de un ACV: de la *cuna a la puerta* (Cradle to Gate) incluyendo la extracción de la materia prima y la producción, de la *cuna a la tumba* (Cradle to Grave) desde la obtención de recursos hasta la fase de residuo del producto incluido su reciclaje y/o gestión final y de la *cuna a la cuna* (Cradle to Cradle) que en este caso comporta un ACV completo en el que se cierra el ciclo mediante la reintroducción del producto en su mismo ciclo productivo, u en otro, una vez haya llegado a su final de vida.

Las DAP pueden dar una información ambiental estática, lo interesante es seguir optando por una mejora y análisis continuo que permita gestionar los impactos para mejorar los productos. En este sentido, Knauf analiza continuamente los productos desde todo su ciclo de vida, con el objetivo de ofrecer soluciones con materiales o sistemas constructivos más sostenibles.

El estudio de análisis de ciclo de vida (ACV) de las placas de yeso laminado fabricadas por Knauf España se ha realizado desde la *cuna a la tumba* para el ámbito de la península ibérica. Las diferentes etapas que se han tenido en cuenta para el estudio del ACV están definidas en la norma UNE EN 15804:

Los resultados del estudio desarrollado para las placas de yeso laminado Knauf producidas en Guixers y Escúzar muestran que para una placa de yeso laminado Knauf Standard A, la mayor parte del impacto ambiental se produce en la primera etapa del ciclo de vida, concretamente el 65% del impacto asociado al cambio climático ($\text{kg CO}_2 \text{ eq/m}^2$) y el 73% del impacto asociado al agotamiento de recursos abióticos (MJ/m^2) y dentro de esta etapa la mayor parte del impacto está en la fabricación.

Además del análisis de ciclo de vida de los materiales, también es importante analizar las prestaciones que puedan ofrecer los sistemas constructivos formados por dichos materiales (aislamiento y acondicionamiento acústico, aislamiento térmico, resistencia al fuego) puesto que la decisión de utilizar un sistema más eficiente puede representar un menor impacto ambiental en la fase de uso y mantenimiento del edificio. Gracias a todos los elementos descritos anteriormente, los sistemas con placas de yeso laminado Knauf tienen un bajo impacto ambiental a lo largo de su ciclo de vida.

02 CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

2.1. Líneas de desarrollo sostenible en el mercado de la construcción

ETAPA DE PRODUCTO A1-A3

- A1 Suministro de materias primas
- A2 Transporte de materias primas
- A3 Fabricación

ETAPA PROCESO CONSTRUCTIVO A4-A5

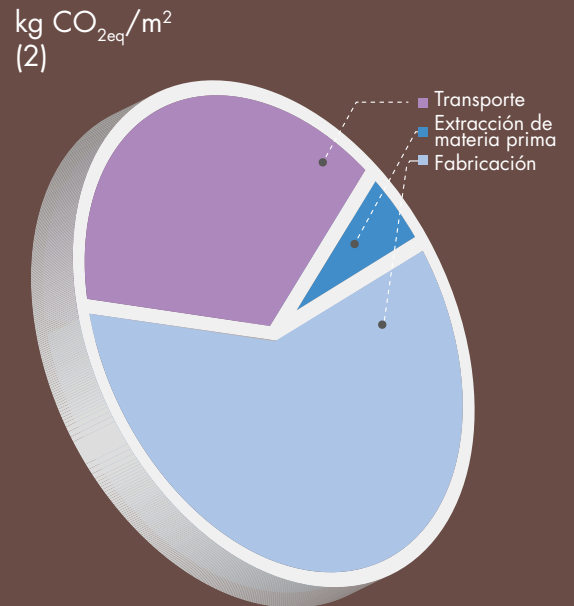
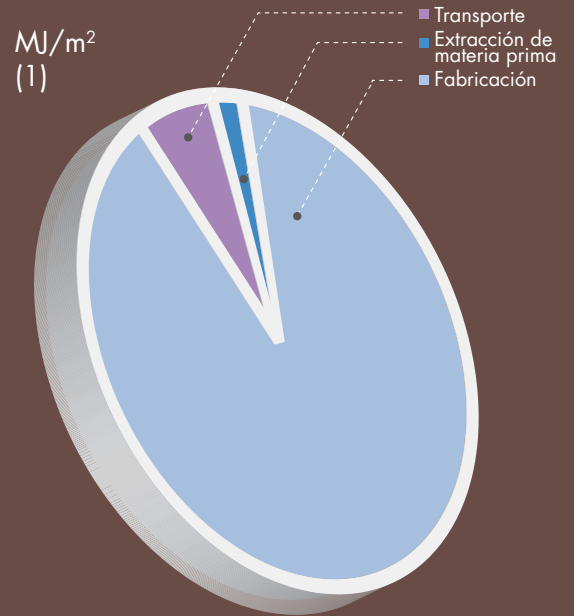
- A4 Transporte
- A5 Proceso de construcción – Instalación

ETAPA DE USO B1 – B7

- B1 Uso
- B2 Mantenimiento
- B3 Reparación
- B4 Sustitución
- B5 Rehabilitación
- B6 Uso de energía en Servicio
- B7 Uso de agua en servicio

ETAPA DE FIN DE VIDA C1-C4

- C1 Deconstrucción
- C2 Transporte
- C3 Tratamiento de residuos
- C4 Vertido de residuos



Distribución del impacto ambiental de la placa de yeso Knauf Standard A. Etapa A1-A3

2.1.4. Cradle to Cradle

La certificación Cradle to Cradle Certified™ es una reconocida metodología que permite medir el grado de seguridad, sostenibilidad y circularidad de productos. Es básicamente una certificación de economía circular para materiales.

El concepto de Cradle to Cradle (de la cuna a la cuna) fue desarrollado por el alemán Michael Braungart y por el estadounidense William McDonough. El concepto trata de que los productos puedan ser reutilizados al completo, ya sea técnicamente o biológicamente. La idea del Cradle to Cradle implica considerar todo el ciclo de vida del edificio, así como en la de los materiales, ya que no solo deben reciclarse, sino que deben diseñarse pensando en el futuro, a lo largo de todo su ciclo de vida.

El concepto Cradle to Cradle, partiendo del ecodiseño, se popularizó con el libro publicado en 2002 “Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things”, por William McDonough y Michael Braungart.

Actualmente, los Análisis de Ciclo de Vida (ACV) se pueden abordar desde tres puntos de vista diferentes:

- ACV de la cuna a la puerta de la fábrica (from cradle to gate): solo estudia las fases de extracción de materias primas, transporte y producción.
- ACV de la cuna a la tumba (from cradle to grave): estudia todas las etapas del ciclo de vida del producto, desde la obtención de las materias primas hasta la gestión de los residuos una vez finalizada su vida útil.
- ACV de la cuna a la cuna (from cradle to cradle): analiza todas las fases del ciclo de vida del producto, incluyendo además la gestión de los residuos al final de la vida útil y su reutilización como materia prima, reiniciando el ciclo.

El pensamiento Cradle to Cradle considera todos los recursos como nutrientes. Estos nutrientes pueden ser biológicos si su círculo se cierra con la biosfera o nutrientes técnicos si su ciclo se

02 CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

2.1. Líneas de desarrollo sostenible en el mercado de la construcción





Los autores del libro crearon la certificación Cradle to Cradle™ C2C (ecoetiqueta tipo I) con el fin de involucrar al sector industrial y aportar soluciones viables en los procesos en los cuales todo se pueda reutilizar, ya sea como nutriente biológico que vuelva a la tierra o como nutriente técnico que pueda ser reciclado.

Cradle to Cradle C2C certifica los productos con un ACV enfocado al ecodiseño, considerando tanto la función del producto durante su vida útil como después de cumplir su ciclo de uso, maximizando su valor material sin impactar negativamente el entorno.

Los criterios de la certificación Cradle to Cradle se pueden resumir en cinco características que evalúan su sostenibilidad:

- La salubridad del material, que evalúa el impacto de los productos y sus componentes sobre la salud humana y el medio ambiente.
- La reutilización del material, que mide la capacidad del producto para ser reciclado o usado como abono sin entrañar peligro.
- La cantidad y gestión de la energía y CO₂ asociado.
- La gestión del agua usada.
- La equidad social de los fabricantes.

Para cada una de las categorías anteriores hay cinco niveles de certificación, Basic, Bronze, Silver, Gold y Platinum. La certificación final del producto será la del mínimo nivel que se otorgue a una de las cinco categorías.

Para certificar los productos como Cradle to Cradle Product se usa el estándar Cradle to Cradle Certified Product Standard.



A esta certificación ya han optado numerosas empresas que han querido destacarse de la competencia incorporando el concepto Cradle to Cradle a sus procesos de producción.

Varios estudios económicos relacionados con el mundo empresarial ponen de manifiesto que, con el enfoque Cradle to Cradle aplicado a los procesos de producción y consumo, se reducen los costes asociados a las actuaciones para minimizar los impactos medioambientales, como la reducción, reutilización y reciclado. Además, este enfoque favorece las empresas, ya que se adelanta a los cambios normativos que se esperan para el futuro.

La lista de productos con certificación Cradle to Cradle sigue aumentando y en ella podemos encontrar una gran variedad de productos como ropa, zapatos, accesorios, partes de automóviles y neumáticos, materiales y suministros de construcción, productos de electrónica, productos de salud y belleza, suministros para el hogar y la oficina, diseño de interiores y mobiliario, embalaje y papel, juguetes, pañales, césped artificial, etc.

También se destaca que este certificado es válido para obtener puntuación relacionada con los materiales en los certificados de sostenibilidad, como LEED, BREEAM, WELL, Verde o Level's.

2.1.5. Ecodiseño

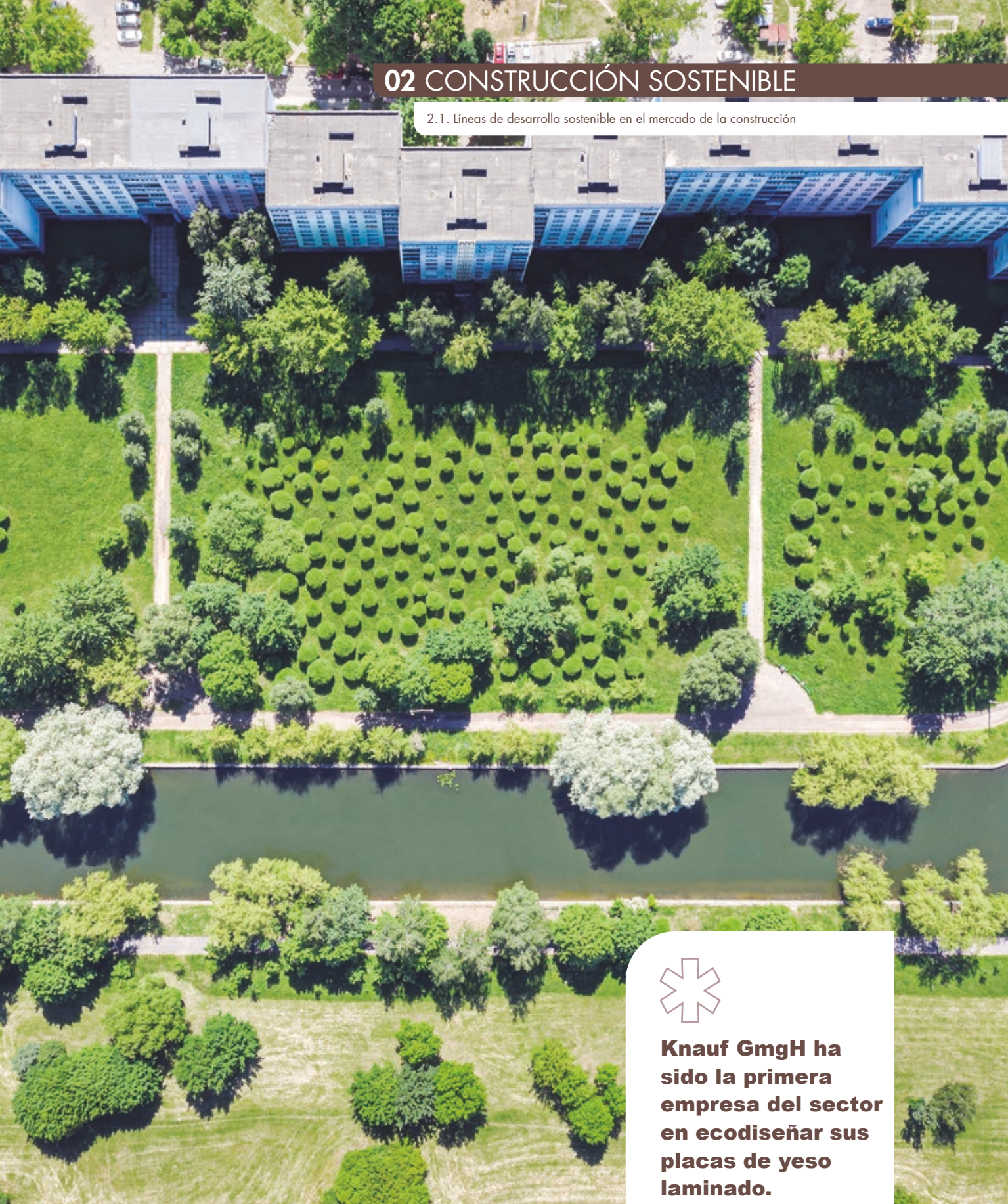
El Ecodiseño es el sistema de gestión por el que todos los productos son diseñados, analizados y mejorados continuamente a través de todas las etapas de su ciclo de vida. Cabe recordar que el ciclo de vida de un producto comprende desde la obtención y consumo de materiales y componentes, pasando por la producción en fábrica, la distribución y venta, la utilización por el usuario hasta el final de la vida. Más de la mitad de los impactos que producen pueden prevenirse desde el proceso de diseño para que a lo largo de su ciclo de vida sean más sostenibles para el medio ambiente.

El Ecodiseño es una estrategia importante en una empresa para reducir los impactos ambientales y los costes económicos. Ecodiseñar un producto implica adoptar alternativas e introducir mejoras, analizando todo el ciclo de vida, sin que el producto en cuestión pierda ninguna de sus propiedades. Existen varias formas de conseguir estos objetivos: incorporar materias primas con menos impacto ambiental como material reciclado pre y post consumo, mejorar la eficiencia en la producción, reutilizar materiales, optimizar el embalaje y el transporte, gestionar los residuos, etc.

La Norma ISO 14006 es el marco normativo que tiene como objetivo la mejora ambiental de un producto o servicio y se integra dentro de las estrategias ambientales y de calidad de las normas ISO 14001 y 9001.

02 CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

2.1. Líneas de desarrollo sostenible en el mercado de la construcción



Knauf GmgH ha sido la primera empresa del sector en ecodiseñar sus placas de yeso laminado.



El Ecodiseño es el sistema de gestión por el que todos los productos son diseñados, analizados y mejorados continuamente a través de todas las etapas de su ciclo de vida. Cabe recordar que el ciclo de vida de un producto comprende desde la obtención y consumo de materiales y componentes, pasando por la producción en fábrica, la distribución y venta, la utilización por el usuario hasta el final de la vida. Más de la mitad de los impactos que producen pueden prevenirse desde el proceso de diseño para que a lo largo de su ciclo de vida sean más sostenibles para el medio ambiente.

El Ecodiseño es una estrategia importante en una empresa para reducir los impactos ambientales y los costes económicos. Ecodiseñar un producto implica adoptar alternativas e introducir mejoras, analizando todo el ciclo de vida, sin que el producto en cuestión pierda ninguna de sus propiedades. Existen varias formas de conseguir estos objetivos: incorporar materias primas con menos impacto ambiental como material reciclado pre y post consumo, mejorar la eficiencia en la producción, reutilizar materiales, optimizar el embalaje y el transporte, gestionar los residuos, etc.

La Norma ISO 14006 es el marco normativo que tiene como objetivo la mejora ambiental de un producto o servicio y se integra dentro de las estrategias ambientales y de calidad de las normas ISO 14001 y 9001.

Esta norma certificable, además de promover una reducción de los impactos ambientales en la industria, intenta sensibilizar al mercado de la importancia que esto supone. Por otro lado, promueve la mejora continua en el diseño desde el punto de vista medioambiental.



Son ya muchas empresas certificadas con la ISO 14006 que ecodiseñan sus productos o servicios. Knauf fue el primer fabricante de placas de yeso laminado a nivel mundial en tener todos sus productos ecodiseñados. Todos los productos de Knauf son controlados a través del ACV, lo que permite tener identificado los impactos que se están generando al entorno. Las fábricas ubicadas en Guixers y Escúzar van mejorando año tras año sus productos, y han sido avaladas por esta certificación, conforme se realiza una constante mejora ambiental en los procesos de diseño y de producción. Esto implica que el sistema productivo sea cada vez más sostenible, incorporando mejoras para reducir los impactos en el medioambiente durante todas las etapas del producto, complementándose con la ISO 14001 como sistema de gestión medioambiental.

Knauf es un referente dentro de la arquitectura sostenible: diseña sus productos para conseguir la reducción de los impactos ambientales teniendo en cuenta todas las fases del ciclo de vida. Utilizar los sistemas Knauf durante la etapa de construcción y uso de edificios y viviendas incide especialmente en la mejora eficiencia energética, en el ahorro y en la reducción de impactos ambientales.

2.1.6. Sellos de calidad ambiental para edificación

En la edificación, al igual que para los materiales de construcción, existen sistemas de evaluación ambiental. La diferencia radica en que los organismos de certificación para la edificación no están normalizados internacionalmente. Las instituciones independientes y sin ánimo de lucro, nacidas a finales del siglo XX, que promueven la edificación sostenible, son las que han llevado a cabo la labor de certificación medioambiental de los edificios; sus sellos plantean criterios de sostenibilidad que abarcan todo el proceso de diseño y construcción de los edificios, y no únicamente sus prestaciones energéticas. Entre ellos, los más conocidos son LEED, VERDE (España), BREEAM, DGNB, WELL. Destaca también la metodología Level(s) para medir el rendimiento de los edificios: esta se ha desarrollado como un marco común de la Unión Europea de indicadores básicos para la sostenibilidad de edificios residenciales y de oficinas. A las certificaciones se han sumado libros blancos de sostenibilidad, manuales y guías prácticas como las elaboradas por el IHOBE (Sociedad Pública vasca que tiene por finalidad apoyar al Departamento de Medio Ambiente) y el IDAE.

La evolución de los marcados ecológicos en la edificación ha sufrido un proceso similar a la de los materiales de construcción, ha eclosionado en el mercado durante los últimos años. Sellos como LEED, fundados en 1998 están experimentando un crecimiento de casi el 300% anual. La institución asegura que, dependiendo de la calificación y tipología, un edificio con certificación LEED reduce entre el 30% y el 70% de energía respecto a uno convencional, del 30% al 50% de consumo de agua, entre el 50% y el 90% de la generación de los residuos, y el 35% de las emisiones de dióxido de carbono. Además de la expansión en el sector privado, algunas políticas públicas también están utilizando los sellos de calidad ambiental para promover la edificación sostenible; son muchas las administraciones a nivel nacional e internacional que imponen o recomendación de cumplir con las exigencias de algunas de las instituciones privadas que están actualmente emitiendo certificaciones. En España, por ejemplo, hay administraciones autonómicas que exigen la certificación VERDE en sus pliegos de condiciones.

02 CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

2.1. Líneas de desarrollo sostenible en el mercado de la construcción



Ejemplos de certificaciones





En España, la primera iniciativa pública respecto a la sostenibilidad en la edificación la introdujo el nuevo CTE aprobado en 2006, que implementa criterios de ahorro energético, entre ellos la certificación energética, a la que hemos hecho referencia anteriormente. Este etiquetado informa de los consumos energéticos de la edificación y de las emisiones producidas por los sistemas según su demanda de energía primaria, y asigna una letra de la A a la G, en función de la mayor o menor eficiencia del edificio. Las posteriores actualizaciones del CTE siempre han introducido cambios cada vez más restrictivos, destacando el concepto de “edificio de consumo de energía casi nula” en el 2017.

Debido a la necesidad de acelerar la reconversión del sector, no parece suficiente cumplir con los mínimos exigidos por el CTE, por ello la última medida pública para impulsar la edificación sostenible del IDAE, “Plan de rehabilitación de Edificios de España” otorga más ayudas a los edificios que mejoren de dos letras o más, o que lleguen a calificaciones B o A.

2.1.7. Rehabilitación energética de la edificación

Es indiscutible la importancia de la línea de desarrollo sostenible que gestiona la rehabilitación energética. Como venimos diciendo, si queremos reducir las actuales emisiones de CO₂ es imprescindible intervenir sobre el parque edificado, ya que de otro modo seguiríamos arrastrando el 29% del consumo energético que corresponde al uso de la edificación existente.

La Estrategia a Largo Plazo para una Economía Española Moderna, Competitiva y Climáticamente Neutra en 2050 (ELP 2050) es el instrumento de planificación estratégica que establece en España los objetivos de ahorro en energía y emisiones para el conjunto de las actividades económicas, incluyendo el sector de la edificación.

En el sector residencial el objetivo acumulado de 2050 (-64.154 GWh) es equivalente a una reducción del 37,3% respecto al consumo de 2020.



En cuanto a emisiones, según los datos de la ELP 2050, el objetivo es conseguir una reducción de las emisiones del 98,8% respecto a 2020, o, lo que es lo mismo, la descarbonización total en el año horizonte. Para lograr este objetivo no solo es imprescindible la reducción del consumo energético, sino también modificar sustancialmente las fuentes energéticas principales, pasando de un reparto de 18,1% en fuentes renovables, 42,0% en fuentes fósiles y 39,9% en electricidad en 2020, a una electrificación del 81,6% en 2050, complementada con un 18,4% de renovables.

En el sector terciario el objetivo de consumo en energía final establecido para 2050 (-47.395 GWh) es equivalente a una reducción del 36% respecto al consumo de 2020.

Para alcanzar estos objetivos a largo plazo, los objetivos a 2030 para España, establecidos por el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC) y la Ley de Cambio Climático y Transición Energética (Ley 7/2021), pasan por una reducción del 20% en emisiones GEI respecto a 1990, un 35% energías renovables en el consumo de energía final, un sistema eléctrico con una generación del 70% con renovables y un 35% del consumo de energía primaria respecto línea base comunitaria.

La directiva actual de eficiencia energética en la Unión Europea es la UE 2018/844, que modifica a las dos anteriores:

- La Directiva 2010/31/UE de eficiencia energética de los edificios.
- La Directiva 2012/27/UE de eficiencia energética como complemento a la anterior.

La Unión Europea, con el objetivo de establecer un sistema energético, sostenible, competitivo y descarbonizado de aquí a 2050, va fijando nuevos objetivos:

- Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de al menos el 40% de aquí a 2030 en comparación con 1990.
- Aumentar a un 27% la cuota de aprovechamiento de las fuentes de energía renovable.
- Reducir el consumo energético mediante la mejora de la eficiencia energética en un 27%.

Alcanzar los objetivos sólo es posible mediante su reevaluación y la revisión periódica de la normativa, además del necesario refuerzo de financiación en eficiencia energética.

Por lo tanto, se deben de establecer medidas para cumplir con los objetivos de reducir las emisiones GEI y descarbonizar el parque inmobiliario.

En esta línea, la Comisión Europea presentó en octubre de 2020 la estrategia “Renovation Wave” para la Unión Europea, con estos grandes objetivos:

- Duplicar la tasa anual de renovación energética de edificios residenciales y no residenciales para 2030 y fomentar rehabilitaciones energéticas integrales.
- 35 millones de edificios renovadas para 2030
- Mantener el ritmo y la profundidad de las renovaciones después de 2030 para alcanzar la neutralidad climática en toda la UE en el año 2050.

La rehabilitación tiene que ser integral, y reducir, respecto a 2015, las emisiones GEI de un 60%, el consumo de energía final de un 15% y el consumo de calefacción y refrigeración de un 18%.

02 CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

2.1. Líneas de desarrollo sostenible en el mercado de la construcción



La potencialidad de la rehabilitación energética reside también en el aspecto económico. Según el informe ya citado de WWF España, la medida en la rehabilitación que mayor ahorro en la demanda consigue es el incremento del aislamiento. En particular para los primeros centímetros de aislamiento y gracias a las subvenciones públicas, se pueden obtener resultados muy satisfactorios respecto a las amortizaciones de la inversión según el ahorro energético conseguido, gran incentivo para los usuarios de las viviendas. El estudio de WWF España destaca que mejorando la envolvente del edificio con diferentes medidas pasivas se puede llegar a reducir los consumos energéticos de entre el 57% y el 72%.

Con el cambio de instalaciones térmicas con unas de alta eficiencia, y con la instalación de sistemas de generación de energía renovables, el consumo medio de una vivienda se puede ver reducido entre un 12,4% y un 23,2%.

El efecto de realizar mejoras en las instalaciones, tras mejorar el aislamiento del edificio con criterios próximos a los de las casas pasivas constituye una rehabilitación integral, que permitiría reducir más del 85% el consumo de energía y el 82% de las emisiones de CO₂ por vivienda, respecto a los valores previos a la reforma.

02 CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

2.1. Líneas de desarrollo sostenible en el mercado de la construcción



2.1.8. Conclusión

La mayor parte de los impactos asociados al sector de la edificación se concentran en las etapas del ciclo de vida de extracción y producción de materiales de construcción, así como durante el uso del edificio, y pueden llegar a representar el 95% de las emisiones de CO₂ computables a un edificio durante todo su ciclo de vida. Es claramente imprescindible cambiar el sistema productivo de la industria de los materiales de construcción, pero por mucho que transformemos el sistema actual las emisiones asignables a la edificación existente continuarán. Es necesario concienciarnos de la importancia de actuar sobre el parque edificado para reducir sus consumos energéticos, de otra forma continuaremos con niveles de emisiones de CO₂ demasiado elevados como para evitar los problemas ambientales que ya son evidentes con la crisis climática.

Todavía no se ha alcanzado en la edificación el nivel óptimo que sería necesario para acabar con los impactos ambientales que supone el sector. Dado que las exigencias legales son cada vez más estrictas y que el mercado valora cada día más la sostenibilidad, parece posible el proceso transformador, es más, resulta imprescindible que cualquier actor relacionado con el sector de la construcción inicie el proceso de reconversión hacia modelos más amables con el medio ambiente.

02 CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE


2.1. Líneas de desarrollo sostenible en el mercado de la construcción





CONSUMO Y AHORRO DE ENERGÍA

3.1.	Estimación	90
3.2.	Evolución	96
3.3.	Propuesta de soluciones	100
3.4.	Normativa	104
3.5.	Certificado Energético de Edificios (CEE)	112
3.6.	Parque de viviendas en España	116
3.7.	El confort en las viviendas	122
3.7.1.	Térmico	130
3.7.2.	Humedades	134
3.7.3.	Condensaciones	138
3.8.	CTE HE ahorro de energía	144





03

3.1

Estimación

La Directiva 2012/27/UE, relativa a la eficiencia energética, indica que los edificios representan el 40 % del consumo de energía final de la Unión Europea. Se estima que el consumo de energía de los edificios de uso residencial represente el 25 %. El 44 % de este gasto corresponde al necesario para la climatización (calefacción y aire acondicionado) y el 56 % restante se emplea en calentar el agua sanitaria (ACS) y en el consumo eléctrico del hogar.

Es evidente que una vez conseguido en el interior del edificio un nivel de temperatura y humedad adecuado, si estos gradientes se mantienen y no se “escapan”, ahorraremos gran cantidad de energía.

El total de 25,7 millones de viviendas estimadas en 2020 en España en base a la Encuesta Continua de Hogares (ECH) se distribuye en un 74,6 % en viviendas principales (18.771.653) y un 25,4 % en viviendas secundarias y vacías (6.375.471) (Fuente: ERESEE).

Se calcula que mediante la aplicación de medidas de rehabilitación energética en las viviendas se pueden conseguir ahorros de más del 20 % de la energía consumida correspondiente a 5 millones de toneladas de petróleo y, en consecuencia, una reducción importante de las emisiones de CO₂.

La Agencia Internacional de la Energía (AIE) pronostica que el incremento en el uso mundial de combustibles fósiles continuará aumentando y por lo tanto también las emisiones de CO₂ relacionadas. La previsión es que el aumento en relación al año 2007 sea de más del 40 % a partir del año 2030.

Aun cuando la crisis financiera de los países desarrollados ha ralentizado el incremento de las emisiones, se prevé un aumento de la temperatura media mundial de hasta 5°C.

Un 87 % de nuestra energía procede de fuentes de combustibles fósiles. En consecuencia, si no se remedia, se espera que antes del año 2030 las emisiones de CO₂ solo de los edificios

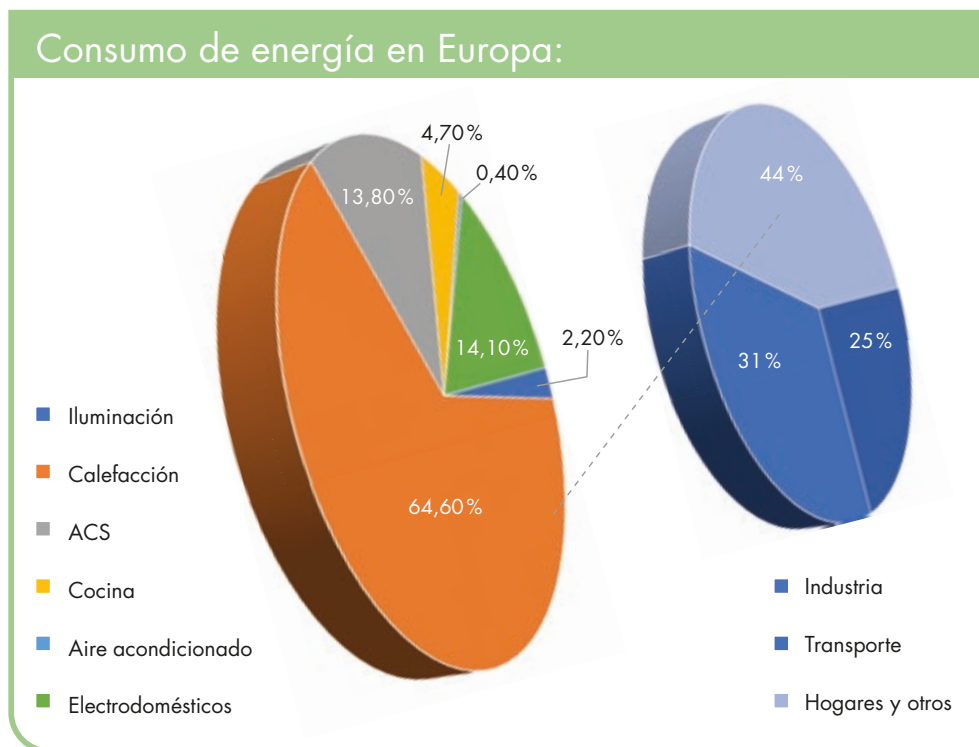
03 CONSUMO Y AHORRO DE ENERGÍA

3.1. Estimación



aumenten más de un 50 %. Sin embargo, en las viviendas es posible ahorrar hasta un 75 % de consumo energético gracias a la rehabilitación integral. Este incremento previsto de la demanda energética también incidirá en la atmósfera y, en consecuencia, sobre la salud pública y el medio ambiente.

Podemos mejorar la eficiencia energética de nuestras viviendas con una rehabilitación integral aprovechando al máximo la mejor tecnología disponible para lograr además una reducción considerable del gasto energético y así amortizar rápidamente la inversión.



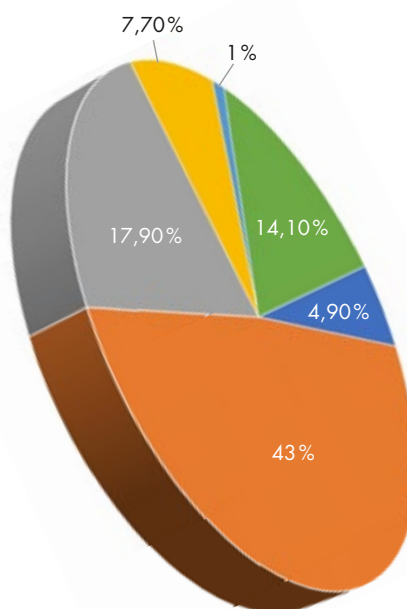
Consumo de energía en Europa en 2019 (FUENTE: Idescat. Eurostat) y consumo por usos en el sector residencial en Europa en 2014 (FUENTE: ERESEE 2020)

03 CONSUMO Y AHORRO DE ENERGÍA

3.1. Estimación



Consumo de energía en España:



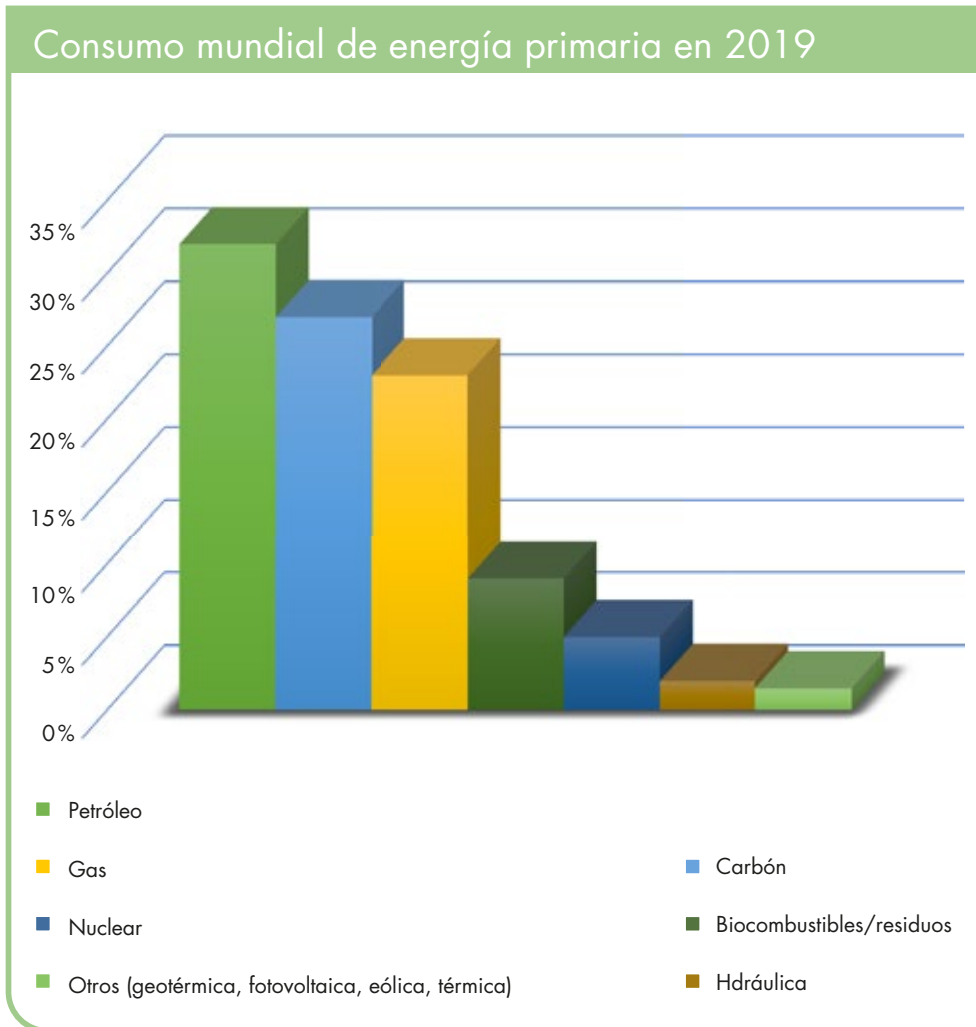
- Iluminación
- Calefacción
- ACS
- Cocina
- Aire acondicionado
- Electrodomésticos

Consumo por usos en el sector residencial de España en 2014. FUENTE: ERESEE 2020.



03 CONSUMO Y AHORRO DE ENERGÍA

3.1. Estimación



FUENTE: Statista 2019.

3.2

Evolución

No hace muchos años, en la construcción de cualquier edificio no se tenía en cuenta ni el aislamiento de la envolvente ni su hermeticidad. En invierno, por lo general, los sistemas de calefacción eran puntuales (estufas, hogares, braseros etc.). En las casas acomodadas existían las calefacciones centrales por agua caliente con uso incontrolado del carbón vegetal para el caldeo de la caldera. En verano, especialmente en las viviendas tradicionales del mediterráneo, se utilizaban estrategias pasivas para mejorar el confort (aguas de fuentes, aljibes, patios, plantas) y, como mucho, se empleaban ventiladores. Es evidente que en estas condiciones existía un gran desperdicio de energía y además un alto grado de contaminación.

Con el aumento del nivel de vida de las familias españolas y el desarrollo tecnológico mundial, las nuevas construcciones empezaron a dotarse de calefacción central, e incluso de aire acondicionado. También se actuó en edificios ya construidos. En ningún caso se consideró el gasto excesivo de energía para obtener el confort deseado. No se tuvieron en cuenta ni el aislamiento térmico de cada vivienda, ni los puentes térmicos, ni las condensaciones, ni la hermeticidad en las puertas y las ventanas. Esto también fue ligado a un rápido crecimiento de la población y a una gran expansión del sector de la construcción hasta el 2007. Las fuentes de energía eran baratas y, de forma implícita, se creía que eran inagotables. A partir del año 1973 empezamos a preocuparnos por el precio de la energía (Crisis del petróleo) y a partir de 1997 por la escasez y los gases contaminantes de la energía combustible (Protocolo de Kyoto).

03 CONSUMO Y AHORRO DE ENERGÍA

3.2. Evolución





Estas preocupaciones dieron lugar a las primeras normativas de construcción en España: en 1977 el Gobierno creó un marco unificado para toda la normativa relacionada con la edificación, con las Normas Básicas de la Edificación (NBE). Fue solo en 2006 cuando se publicó el Código Técnico de la Edificación (CTE), con el que se inició el camino hacia el diseño y construcción eficiente de edificios, incluyendo aspectos relacionados con la acústica, el consumo de agua, el consumo de energía y la eficiencia de la iluminación, y las energías renovables.

Al día de hoy, los conceptos de confort térmico, acústico y lumínico y la calidad del aire interior de los edificios son las bases del diseño arquitectónico. Todo edificio nuevo o rehabilitado debe ser sostenible, pero también saludable. Los conceptos de salud, sostenibilidad y edificación están claramente unidos con el fin de proteger el medio ambiente, pero también para que las personas que debemos vivir en ellos, podamos conseguir nuestro pleno desarrollo físico, mental y psíquico.

Al hablar de edificios saludables, no se trata tan sólo de evitar construcciones que provoquen enfermedades en sus ocupantes, sino que debemos lograr edificios sanos, que promuevan nuestra salud en el sentido más amplio del término.

3.3

Propuesta de soluciones

Algunos países de la UE están haciendo frente a este problema de forma activa y han iniciado firmes programas de rehabilitación de edificios que presentan una baja eficiencia energética. Cuanto más eficiente sea un edificio en términos energéticos, mayor será el importe de las ayudas a bajo interés.

Diversos estudios realizados por diferentes entidades y asociaciones demuestran que una rehabilitación energética en un edificio adoptando medidas pasivas en toda su envolvente puede llegar a reducir su consumo energético en más de un 50% y, en consecuencia, en la misma línea las emisiones de CO₂, como se indica en el estudio reflejado en la "Guía práctica de la energía para la rehabilitación de edificios" del IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía).

Según los datos extraídos del IDAE, el mayor consumo de energía dentro de un edificio corresponde a la calefacción. Para poder reducir este consumo energético es necesario establecer las siguientes medidas:

- Reducción al mínimo de la demanda
- Cobertura de esta demanda mediante energía primaria de fuentes renovables
- Cobertura de la demanda residual con sistemas de alta eficiencia que minimicen los consumos de energía primaria
- Contratación de energía renovable de la red





El ahorro de energía crece en función de la relación entre superficie afectada por la rehabilitación y la superficie total de la envolvente. Si la mejora del aislamiento se realizase únicamente en la fachada, se podría llegar a una disminución de las necesidades de calefacción de más de un 35% del consumo total del edificio, dependiendo de la zona climática.

Los consumos medios totales de energía primaria una vivienda antigua y mal aislada puede llegar a los 150 kWh/ m² año (Fuente: SPAHOUSEC). Según los requerimientos del CTE 2019, el consumo de energía primaria de un edificio de nueva construcción tiene un límite de entre 40 y 115 kWh/m² año, en función de la zona climática; estos límites corresponden a un Edificio de Energía Casi Nula (EECN). Si consideramos medidas como las casas pasivas, el consumo de energía primaria total deberá ser renovable y tiene un límite de 60 kWh/ m² año.

El aislamiento en la envolvente, es el primer paso o actuación a realizar, es la base de la eficiencia energética, y además tiene un punto óptimo invariable, de forma que una vez realizada una actuación de rehabilitación, ésta es para toda la vida si se mantiene adecuadamente.

3.4

Normativa

En España, desde 1957 las normas técnicas que regulaban el sector de la edificación eran competencia del Ministerio de la Vivienda. Esta reglamentación estaba desarrollada por la Dirección General de Arquitectura del Ministerio de Gobernación, una institución creada en 1937.

Estas reglas se transformaron en las Normas Básicas de la Edificación (NBE) en 1977, cuando el Gobierno decidió crear un marco unificado para toda la normativa relacionada con la edificación. Su aplicación era de obligado cumplimiento. A las NBE se le añadieron las Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE) que, sin ser de carácter obligatorio, completaban y servían como desarrollo operativo de las NBE.

En el año 2002, el Parlamento Europeo promulgó la DIRECTIVA 2002/91/CE relativa a la eficiencia energética de los edificios.

En este documento se indicaba que entre los recursos naturales se encuentran los productos petrolíferos, como el gas natural y los combustibles sólidos, que son fuentes esenciales de energía, pero, que por el contrario, también son las principales fuentes de emisión de dióxido de carbono.

El fomento de la eficiencia energética constituía una parte importante del conjunto de políticas y medidas necesarias para cumplir lo dispuesto en el Protocolo de Kyoto, por lo que debía estar presente en todas las medidas que se adopten con el fin de dar cumplimiento a los compromisos adquiridos por la UE.

03 CONSUMO Y AHORRO DE ENERGÍA

3.4. Normativa



En consecuencia, en España se redactó el Código Técnico de la Edificación y, entre otros, su Documento Básico de Ahorro de Energía. (CTE DB HE) entrando en vigor su obligado cumplimiento el 29 de marzo de 2006, además del Reglamento de Instalaciones Técnicas en los Edificios (RITE). Este Documento Básico (DB) tenía por objeto establecer reglas y procedimientos que permitieran cumplir las exigencias básicas de ahorro de energía.

El objetivo del Documento Básico Ahorro de Energía consistía en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir, asimismo, que una parte de este consumo procediera de fuentes de energía renovable como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Para satisfacer este objetivo, se planteó que los edificios se proyectaran, construyesen, utilizaran y se mantuvieran de forma que se cumplieran las exigencias básicas establecidas en la limitación de demanda energética, el rendimiento de las instalaciones térmicas, la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación, la contribución solar mínima de agua caliente sanitaria y la contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

El DB HE se aplicaba en todos los edificios de nueva construcción y en las modificaciones, reformas o rehabilitación de edificios existentes donde se renovara más del 25% del total de la envolvente.

En 2007, con la aprobación del Real Decreto 47/2007, se exigió y determinó el procedimiento básico para certificar energéticamente los edificios de nueva construcción o los edificios existentes con reformas importantes.

En 2010 la anterior EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) se refundó en la Directiva 2010/31/UE de eficiencia energética en edificios. En ella se introdujo el marco metodológico

para calcular los niveles óptimos de rentabilidad de los requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios y de sus elementos. Por otra parte, se hablaba de edificios de consumo energético casi nulo, estableciéndose el 31 de Diciembre de 2018 y de 2020, para la aplicación del concepto a todos los nuevos edificios de propiedad y ocupados por autoridades públicas, y a todos los edificios nuevos. Además, desarrollaba el Certificado de Eficiencia Energética y establecía unas inspecciones para calderas y aire acondicionado.

En noviembre de 2012 la UE dispuso la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios. Esta directiva complementaba a la de 2010 y hacía hincapié en el papel ejemplarizante de los edificios públicos, además de intentar conseguir el objetivo del 20 % de ahorro de energía, dentro del Plan 20/20/20.

La Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética se estableció en España a través de la Ley 8/2013 de Rehabilitación, Regeneración y Renovación Urbana, que obligaba a disponer de un Informe de Evaluación de Edificios, para inmuebles con antigüedad superior a 50 años, y para los que quisieran acogerse a ayudas públicas con el fin de acometer obras de conservación, accesibilidad o eficiencia energética. El informe también debía aportar información acerca del cumplimiento de la normativa vigente en accesibilidad, incluyendo la Certificación Energética de Edificios.

En junio de 2013 se aprobó el Real Decreto 235/2013 sobre el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios, cuyo ámbito de aplicación eran los edificios de nueva construcción, los edificios o partes de edificios existentes que se vendieran o alquilasen a nuevo arrendatario, siempre que no dispusiera de un certificado en vigor, y edificios o partes de edificios en los que una autoridad pública ocupara una superficie útil total superior a 250 m² y estuvieran frecuentados habitualmente por el público.

En marzo de 2014, entró en vigor el nuevo DB-HE del CTE, cuyo objetivo principal era endurecer los requisitos de energía de los edificios acercándose más al concepto de edificios de consumo de energía casi nulo, y poder cumplir con la Directiva Europea de Eficiencia Energética de Edificios. Una de las novedades más relevante con respecto a la versión anterior fue la desaparición de los procedimientos simplificados de cálculo ya que se debía justificar que la demanda y consumo de energía del edificio estaban por debajo de lo exigido en el DB HE.

El CTE limitaba el consumo de energía en calefacción, refrigeración, ACS, ventilación, control de la humedad y, en su caso, iluminación. A nivel europeo, cuando se hablaba de edificio de consumo casi nulo, también se hacía mención a todos los consumos, tanto de climatización como los eléctricos de operación.

Con el objeto de adaptar el CTE a lo dispuesto en la Directiva (UE) 2018/844, en diciembre de 2019 entró en vigor el nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE). Este introdujo una serie de cambios para avanzar en la mejora de la eficiencia energética de los edificios.

Entre otras modificaciones, presentó el nuevo «Documento Básico de Ahorro de Energía» nuevo CTE DB-HE, alineado con las recientes iniciativas legislativas nacionales y europeas, con el claro objetivo del ahorro energético en los distintos sectores y el fomento de las energías renovables. En este sentido las previsiones apuntan a que los edificios nuevos, realizados de acuerdo con el nuevo reglamento, tendrán un consumo energético un 40% inferior respecto a los actuales.

Los principales objetivos del nuevo CTE DB-HE son la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), una mayor calidad de la envolvente con medidas pasivas, mayores prestaciones del edificio e incrementar el peso de las energías renovables. Está dirigido tanto a edificios nuevos como a intervenciones en existentes, estableciendo niveles de cada indicador para cada caso. El nuevo CTE DB HE incluye también modificaciones significativas en algunos

03 CONSUMO Y AHORRO DE ENERGÍA

3.4. Normativa



indicadores, como es el caso del indicador de consumo de energía primaria no renovable, ya existente en la anterior normativa, que es el indicador principal y que ahora incluye también los consumos de ventilación.

Se ha añadido un nuevo indicador como es el de consumo de energía primaria total, el cual limita la cantidad total de energía del edificio, independientemente de la procedencia, sustituyendo al anterior indicador de demanda. Se destacan otros aspectos importantes del documento como la exigencia de definición de la envolvente térmica en los proyectos (Apéndice C), la definición de la zonificación térmica pudiendo integrar zonas para modelar el edificio o la posibilidad de utilizar sistemas de referencia en uso residencial privado, entre otros.

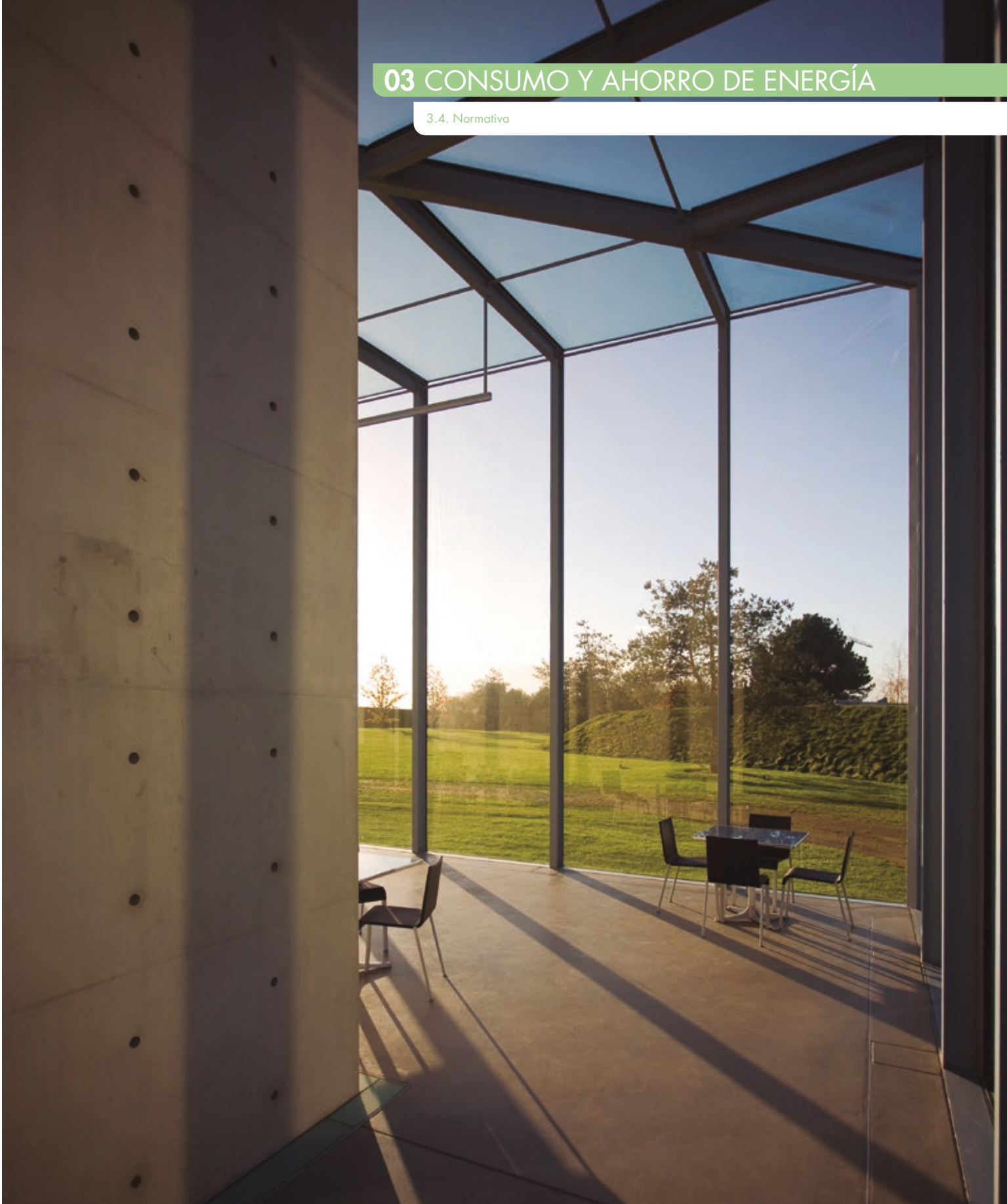
Ahora la sección HE1 se centra en los aspectos pasivos del diseño así como en la envolvente térmica, por tal de asegurar unas condiciones que faciliten el buen comportamiento pasivo del edificio, siendo eficiente también sin la participación de los sistemas. Las exigencias de transmitancia térmica de la envolvente se aumentan y se introduce el concepto de la transmitancia térmica global, que tiene en cuenta la compactidad del edificio. También se evalúa el indicador de control solar, la permeabilidad del aire de los huecos y la limitación de condensaciones en la envolvente.

En las secciones HE2 de instalaciones térmicas y la HE3 de iluminación interior, junto a las HE4 y HE5 de energías renovables, los cambios respecto a la anterior normativa son más de tipo cualitativo, determinando una contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de ACS y una generación mínima de energía eléctrica, ampliando los casos a los que se aplica, aumentando las exigencias y reduciendo la superficie mínima a partir de la cual se exige esta generación de energía eléctrica. Finalmente, también se aumenta la potencia mínima obligatoria a instalar (entre 30-100 kW).

Por último, destacar que el EI DB-HE6, sobre electromovilidad, se encuentra en fase de consulta y se aprobará a lo largo de este año.

03 CONSUMO Y AHORRO DE ENERGÍA

3.4. Normativa



3.5

Certificado Energético de Edificios (CEE)

La Directiva 2002/91/CE de la Unión Europea condicionaba a disponer de esta certificación. En realidad obligaba a que la eficiencia energética se promoviera para todos aquellos edificios y viviendas que salieran al mercado, tanto en régimen de venta como de alquiler. Con la entrada en vigor de la directiva 2010/31/UE en el 2010, la demanda de dicha certificación se extendió a los edificios y viviendas existentes destinados a venta o alquiler.

En el caso de España, la directiva 2002/91/CE se traspone de forma parcial a través del Real Decreto 47/2007, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción y posteriormente, con el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril de 2013, se aprueba el procedimiento básico para la Certificación de la Eficiencia Energética de los Edificios (CEE), ampliando su obligatoriedad a los edificios existentes a partir del 1 de junio de 2013.

El CEE es un documento obligatorio que informa sobre la eficiencia energética de los inmuebles y permite acreditar que el edificio se ajusta a los requerimientos de eficiencia energética que la sociedad demanda. También valora la eficiencia térmica de los edificios en dos aspectos: por un lado, el diseño y las características constructivas de los edificios, y por otro, el rendimiento de los sistemas que satisfacen su demanda energética.

Este certificado asigna a cada inmueble una calificación energética y de emisiones de acuerdo con una escala de siete letras y siete colores, correspondiendo la letra A a más eficiente y la G a menos eficiente. Tiene una validez máxima de 10 años.

03 CONSUMO Y AHORRO DE ENERGÍA

3.5. Certificado Energético de Edificios (CEE)



La ley obliga a presentar una etiqueta similar a la de la figura que sirve para la promoción y publicidad dirigida al arrendamiento o venta de edificios. De este modo, los compradores o arrendatarios podrán evaluar y comparar las características de su futura vivienda.

Una vez adquirida la vivienda serán los propietarios los responsables de la actualización de la certificación, también en el caso de realizarse mejoras en el edificio que afecten a su calificación energética.

Las Comunidades Autónomas establecen las condiciones para la renovación, actualización o anulación de los citados certificados. Algunas CCAA así como ciertas administraciones locales están promoviendo planes de ayuda con subvenciones y préstamos a bajo interés para la remodelación energética de viviendas antiguas.

Los cálculos necesarios para el establecimiento del certificado se facilitan por medio de los programas oficiales o reconocidos tanto para obra nueva como para edificios existentes.

La etiqueta, además de mostrar un valor en forma de letra, nos indica dos datos importantes: emisiones de CO₂, en kilogramo de CO₂/m² año, y el consumo de energía en kWh/m² año.

03 CONSUMO Y AHORRO DE ENERGÍA

3.5. Certificado Energético de Edificios (CEE)

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO TERMINADO ETIQUETA

DATOS DEL EDIFICIO

Nombre/Vigela/Carácter/Rehabilitación	Tipo de Edificio
	Dirección
	Municipio
Referencia Catastral	CP
	C. Autónoma Cantabria

ESCALA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

	Consumo de energía kWh/m ² año	Emissiones kgCO ₂ /m ² año
A más eficiente		
B		
C		
D		
E		
F		
G menos eficiente		

Valor

Valor

REGISTRO

	Fecha
	Válido hasta dd/mm/aaaa

Orden INN/16/2013, de 27 de mayo

ESPAÑA Directiva 2010/31/UE

3.6

Parque de viviendas en España

El total de 25,7 millones de viviendas estimadas en 2020 en España en base a la Encuesta Continua de Hogares (ECH) (25,88 millones según INE) se distribuye en un 74,6% en viviendas principales (18.771.653) y un 25,4% en viviendas secundarias y vacías (6.375.471). Respecto al último Censo de Población y Viviendas disponible (del año 2011) estas cifras no han variado sustancialmente, representando las viviendas principales (17.528.518) el 71,5% frente a las 28,5% de secundarias (3.616.895, el 14,8%), vacías (3.374.291, el 13,8%) y otras, de un parque total que entonces era de 25,2 millones de viviendas. Los datos del Censo de 2011 permitían además matizar estos datos de forma diferenciada según el uso. Así, en las principales existía un mayor peso de la vivienda plurifamiliar (71,8%, frente al 28,2% de unifamiliares), mientras que lo contrario ocurre en el parque de viviendas secundarias (donde las unifamiliares alcanzaban el 46,9%, frente al 53,1% de las plurifamiliares). En el caso de la vivienda vacía, el reparto era prácticamente similar al del total (68,4% en plurifamiliares y 31,6% en unifamiliares).

En el cuadro adjunto, salta a la vista que el fuerte incremento anual de viviendas construidas se inicia a partir del año 2002. En años anteriores el incremento anual estaba muy por debajo de las 400.000 viviendas. Por tanto, a partir del 2002 se inicia el gran boom especulativo, partiendo de una tasa de ocupación realmente baja (1,93 habitantes por vivienda en 2001) se llega a 1,83 h/v en 2020. No es de extrañar que, según estudios recientes, en España existan aproximadamente 3,37 millones de viviendas sin ocupar en 2020, un 10,7% más que en 2001.

03 CONSUMO Y AHORRO DE ENERGÍA

3.6. Parque de viviendas en España





Si restamos esta cantidad a los 25,88 millones de viviendas existentes, se obtendrá una ratio de $47.33 / (25,88 - 3,37) \text{ m} = 2.10 \text{ h h/v}$, una relación más normal si se tiene en cuenta el incremento de familias monoparentales y la proliferación de segundas residencias.

El incremento del parque de viviendas de España, a partir del 2008, sufrió un claro descenso comparado con los años precedentes. En 2016 el crecimiento, tan sólo fue de un 0,17% respecto el 2015, el menor de la última década. A partir del 2017 el incremento del parque de viviendas volvió a aumentar, llegando al 0,34% en 2020 respecto al año anterior. El 74,6% del parque de viviendas corresponde a residencias principales y el parque de segundas residencias concluyó el ejercicio 2020 con el 25,4% del total.





Suponiendo que las viviendas construidas con proyectos visados después de la entrada en vigor del Documento Básico HR del CTE de 2006 y posterior de 2013 cumplan con los requisitos normativos, existe un amplísimo parque de edificios construidos sin las exigencias actuales, es decir, antes del 2006 ya existían más de 23 millones de viviendas con poco aislamiento térmico (posterior a NBE CT 79) o sin ningún criterio de eficiencia energética (anterior a NBE CT 79). Así pues, es necesario extender algunos requerimientos definidos para obra nueva a las actuaciones de rehabilitación.

AÑOS	 INCREMENTO VIVIENDAS	 PARQUE VIVIENDAS	 POBLACIÓN	 HABITANTES/VIVIENDA
2020(*)	89.012	25.882.055	47.332.614	1,83
2019	80.485	25.793.043	46.937.060	1,82
2018	67.458	25.712.558	46.658.447	1,81
2017	58.821	25.645.100	46.527.039	1,81
2016	44.364	25.586.279	46.440.099	1,82
2015	49.580	25.541.915	46.449.565	1,82
2014	51.029	25.492.335	46.512.199	1,82
2013	58.891	25.441.306	46.704.314	1,84
2012	133.362	25.382.415	46.818.216	1,84
2011	142.802	25.249.053	47.190.493	1,87
2010	198.125	25.106.251	47.021.031	1,87
2009	338.411	24.908.126	46.745.807	1,88
2008	534.749	24.569.715	46.063.511	1,87
2007	541.194	24.034.966	45.200.737	1,88
2006	566.390	23.493.772	44.708.964	1,90
2005	509.432	22.927.382	43.867.131	1,91
2004	491.541	22.417.950	43.025.296	1,92
2003	439.102	21.926.409	42.183.461	1,92
2002	453.548	21.487.307	41.341.626	1,92

FUENTE: MITMA.

03 CONSUMO Y AHORRO DE ENERGÍA

3.6. Parque de viviendas en España

AÑOS	 INCREMENTO VIVIENDAS	 PARQUE VIVIENDAS	 POBLACIÓN	 HABITANTES/VIVIENDA
2001-2010	3.827.396	21.033.759	40.499.791	1,93
1991-2000	2.480.229	17.206.363	39.433.942	2,29
1981-1990	4.067.252	14.726.134	37.742.561	2,56
1970-1980	2.932.482	10.658.882	33.956.047	3,19
1960-1969	1.039.200	7.726.400	30.582.936	3,96
1950-1959	6.687.200	6.687.200	28.117.873	4,20

FUENTE: MITMA



3.7

El confort en las viviendas

Un correcto aislamiento térmico además de reducir el efecto invernadero, contribuye a conseguir una temperatura de confort interior de 21 °C en invierno y alrededor de los 26 °C en verano, sin apenas necesidad de calefacción o refrigeración. Una correcta hermeticidad a las fugas de calor y al aire húmedo sin concesiones a los puentes térmicos nos proporcionará un gran confort, necesario no tan solo para nuestro bienestar sino también para nuestra salud. Pasamos buena parte de nuestra vida en el interior de los edificios, por lo que es esencial que en ellos estemos agradablemente cómodos. Vivir en condiciones de temperatura inadecuada con humedad y corrientes de aire reduce la calidad de vida de las personas.

La ausencia de un aislamiento adecuado, una construcción no hermética y una ventilación deficiente permite que el aire húmedo y templado se condense en las superficies frías mal aisladas. En estos casos, pueden formarse hongos, lo que incrementa el riesgo de problemas de salud.

En el proyecto de edificios nuevos y también en los diseños de rehabilitación, las superficies de las habitaciones deben estar bien aisladas, de tal forma que la diferencia de temperatura entre el aire interior y la pared, el techo o el suelo (envolvente interna) se mantenga por debajo de los 3 °C.

En la mayoría de las viviendas sin ventilación mecánica, se tendrá que abrir las ventanas durante periodos breves varias veces al día. Con ello se consigue renovar el aire adecuadamente. Durante el invierno, con los radiadores apagados pueden bastar pocos minutos para que se renueve por completo el aire sin que se produzca una gran pérdida de calor. En numerosas literaturas se habla de un periodo de 5-10 minutos, y el propio CTE considera el amanecer como momento ideal para la renovación del aire.

Una ventilación puntual no implica un gran efecto en el consumo de energía del edificio, gracias a la inercia de la estructura y de las particiones, de forma que, si se ventila enseguida se recupera el calor del aire, siempre y cuando la envolvente y los puentes térmicos estén correctamente aislados.

03 CONSUMO Y AHORRO DE ENERGÍA

3.7. El confort de las viviendas





03 CONSUMO Y AHORRO DE ENERGÍA

3.7. El confort de las viviendas

DB HS 3 del CTE establece unos parámetros mínimos de obligado cumplimiento:

TABLA 2.1. Caudales mínimos para ventilación de caudal constante en locales habitables.

TIPOS DE VIVIENDA	CAUDAL MÍNIMO q_v EN L/S				
	LOCALES SECOS ^{(1) (2)}			LOCALES HÚMEDOS ⁽²⁾	
	DORMITORIO PRINCIPAL	RESTO DE DORMITORIOS	SALAS DE ESTAR Y COMEDORES ⁽³⁾	MÍNIMO EN TOTAL	MÍNIMO POR LOCAL
0 ó 1 dormitorios	8	–	6	12	6
2 dormitorios	8	4	8	24	7
3 o más dormitorios	8	4	10	33	8

⁽¹⁾ En los locales secos de las viviendas destinados a varios usos se considera el caudal correspondiente al uso para el que resulte un caudal mayor.

⁽²⁾ Cuando en un mismo local se den usos de local seco y húmedo, cada zona debe dotarse de su caudal correspondiente.

⁽³⁾ Otros locales pertenecientes a la vivienda con usos similares (salas de juego, despachos, etc.)

TABLA 2.2. Caudales de ventilación mínimos en locales no habitables.

LOCALES	CAUDAL MÍNIMO q_v EN L/S	
	POR M ² ÚTIL	EN FUNCIÓN DE OTROS PARÁMETROS
Trasteros y sus zonas comunes	0,7	
Aparcamientos y garajes		120 por plaza
Almacenes de residuos	10	

En el caso de garajes con ventilación mecánica y sistema de detección de monóxido de carbono, se entiende que debe activarse el caudal mínimo exigido al menos cuando la concentración del CO supere los valores límite establecidos en el apartado 3.1.4.2 Medios de ventilación mecánica. Durante los períodos de tiempo en los que no se alcance dicho límite, podrán establecerse caudales inferiores de ventilación.



Un edificio mal orientado necesitará mucha más energía que otro similar bien orientado. En las regiones de clima frío, las estancias mayores y más acristaladas deben situarse cara al sur. Las habitaciones más pequeñas y de menos uso se situarán con sus ventanas a norte. En zonas calurosas se diseñará la orientación a la inversa. Por lo general la superficie acristalada, así como su ubicación, deberá adaptarse a cada clima.

INCIDENCIA DEL SOL SEGÚN ALGUNAS ORIENTACIONES. EDIFICIO UBICADO EN ESPAÑA:

Sur	El sol incide todo el día, salvo en verano que lo hace en las horas centrales. Buena iluminación todo el día, aportación gratuita de calor en invierno, riesgo de excesivo calor en verano.
Este	El sol incide por la mañana hasta el mediodía. Buena iluminación por la mañana, pero oscuro por la tarde. Frío en invierno.
Sureste	El sol incide por la mañana hasta el mediodía, salvo en invierno que lo hace todo el día. Buena iluminación todo el día y aportación gratuita de calor en invierno.
Suroeste	El sol incide a partir del mediodía, salvo en invierno que lo hace todo el día. Buena iluminación todo el día y aportación gratuita de calor en invierno. En verano riesgo de excesivo calor a partir del mediodía.
Oeste	El sol incide a partir del mediodía. Oscuro por la mañana, buena iluminación por la tarde. Aportación gratuita de calor en invierno, riesgo de calor en verano.
Norte	El sol incide en verano a primera hora de la mañana y última hora de la tarde. Frío en invierno, confortable en verano, oscuro durante el día.



También es recomendable, en la calle o en las zonas ajardinadas próximas, plantar árboles de hoja caduca, que ofrecen un excelente grado de protección del sol en verano, pero también permiten que el sol caliente la casa en invierno.

Para beneficiarnos de nuestro entorno podemos recurrir a soluciones tradicionales, que tras siglos de inteligencia colectiva han demostrado mejorar el bienestar de los espacios con muy poca energía. Por ejemplo, la correcta utilización de toldos y ventanas exteriores en las habitaciones más expuestas al sol. El color de las superficies exteriores es otro de los aspectos que tener en cuenta para evitar las ganancias de calor y minimizar el efecto isla de calor. Un buen ejemplo de ello es el tradicional encalado de las fachadas en el sur de España. Por el contrario, si queremos atraer el calor a nuestros edificios será muy recomendable diseñar las superficies exteriores de color oscuro tal como ocurre en el norte de España con sus tejados realizados con pizarra.

3.7.1. Térmico

Antes de actuar sobre el aislamiento, aun estando la calefacción de la habitación a 23 °C, no se alcanza la temperatura ambiente de confort. Cuanto más aislada esté la vivienda, más se acercará la temperatura ambiente a la de la calefacción. La percepción de la temperatura ambiente debe estar alrededor de los 20 °C en invierno y en verano alrededor de los 25 °C, no obstante, es conveniente evitar contrastes de temperatura con el exterior de más de 12 °C por un tema de salud. Esta temperatura será la media ponderada de las temperaturas de las superficies envolventes. En los edificios bien aislados no existen grandes diferencias entre estas temperaturas, como máximo 3 °C.

Un buen proyecto de aislamiento comporta un riesgo más bajo de asimetría de la temperatura y una pequeña diferencia de sensación de calor de aire vertical entre la cabeza y los pies, de no más de 3 °C.

Las ventanas antiguas son, por lo general, las partes más vulnerables a la pérdida de calor. Cambiarlas por otras de doble vidrio con carpinterías herméticas y con rotura de puente térmico es una muy buena medida.

En síntesis, la actuación en rehabilitación de edificios antiguos se centrará en:

- Sustitución de las ventanas.
- Aislamiento térmico adicional en la envolvente.
- Mejora de la estanqueidad en las carpinterías exteriores del edificio.
- Instalación de aireadores automáticos con recuperación de calor.

En la rehabilitación energética del ejemplo siguiente, se consigue, con la misma calefacción, una temperatura de 19,3 °C (temperatura ambiente de confort suficiente).



“Un buen proyecto de aislamiento comporta un riesgo más bajo de asimetría de la temperatura y una pequeña diferencia de sensación de calor de aire vertical, entre la cabeza y los pies.”



EJEMPLO DE TEMPERATURAS EN HOGAR SIN UNA BUENA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

1

TECHOS

$U = 1,2 \text{ Wm}^2\text{K}$
 15°C

4

MUROS

$U = 1,2 \text{ Wm}^2\text{K}$
 15°C

2

VENTANAS

$U = 5 \text{ Wm}^2\text{K}$
 $8,5^\circ\text{C}$

3

SUELOS

$U = 1,2 \text{ Wm}^2\text{K}$
 15°C

EJEMPLO DE MEJORA DE TEMPERATURAS EN HOGAR CON UNA BUENA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

1

TECHOS

U = 0,15 Wm²K
19,3°C

4

MUROS

U = 0,15 Wm²K
19,3°C

2

VENTANAS

U = 0,8 Wm²K
16,5°C

5

HABITACIONES

Temperatura media:
19,3°C

3

SUELOS

U = 0,15 Wm²K
19,3°C

3.7.2. Humedades

La detección de manchas de humedad en las paredes de la vivienda es un grave problema ya que, posiblemente, la mancha no la produce el agua sino el moho.

Las esporas del moho se encuentran en el aire, en el agua o en superficies sólidas. Son probablemente resistentes a los fungicidas, pudiendo desarrollarse también de forma oculta.

El moho se produce por gran cantidad de esporas y por la humedad. Esta humedad se origina habitualmente de forma natural: los vapores producidos al cocinar, al bañarse o ducharse, al respirar, etc. También por la combustión de gas butano doméstico. Si este vapor no es convenientemente evacuado y la vivienda no está suficientemente aislada, puede producir una condensación en los rincones fríos de las habitaciones, alrededor de las ventanas en los encuentros de solados con muros, entre los muros exteriores y los tabiques de distribución y, en general, en cualquier puente térmico.

Los brotes de moho, o colonias, aparecen en superficies húmedas en un período de 24 a 48 horas. Se reproducen por esporas ("semillas" diminutas y livianas) que viajan por el aire. El moho se alimenta de material orgánico, lo destruye y, acto seguido, se propaga al material orgánico adyacente para destruirlo también.

Además de los daños a la vivienda, el moho también ocasiona graves problemas de salud. Cuando tenemos fuerte presencia de esporas de moho en el aire, nos encontramos con reacciones alérgicas, episodios de asma, infecciones y otros problemas respiratorios para las personas, especialmente niños, ancianos y mujeres embarazadas.



Además de los daños a la vivienda, el moho también ocasiona graves problemas de salud.



Otro aspecto a tener en cuenta es la durabilidad del edificio, el moho deteriora materiales, aislantes, juntas, acabados, de forma que la vida útil de un edificio se puede reducir considerablemente, llevando a cabo más periodos de mantenimiento y actuaciones sobre el edificio, lo que representa unos costos elevados para los propietarios.

Todos estos problemas se pueden evitar con un correcto aislamiento de la envolvente. Como mínimo, en los proyectos de vivienda actuales todos los cerramientos exteriores se realizan con doble hoja y cámara de aire intermedia. En estos casos, si a pesar de la aplicación de esta buena práctica aún se producen humedades, la solución será trasdosar por el interior de la vivienda con una placa de yeso laminado (PYL) con barrera de vapor en su cara caliente.

Si el muro de fachada del edificio no dispone de cámara de aire, una muy buena solución es instalar por el exterior un aislamiento continuo o incluso ejecutar una fachada ventilada. Con ello se eliminarán todos los posibles puentes térmicos causantes de buena parte de las humedades.

3.7.3. Condensaciones

Las condensaciones interiores o intersticiales se pueden producir en los cerramientos de fachadas exteriores cuando en su construcción no se ha previsto la posibilidad de la coincidencia de bajas temperaturas exteriores con humedades relativas altas, tanto en el exterior como en el interior.

En ciertas regiones estas circunstancias se producen en contadas ocasiones, en otras regiones la posibilidad es más alta. En cualquier caso, la condensación del vapor de agua produce graves daños en las viviendas en donde se produce al mermarse de forma significativa sus prestaciones térmicas. El DB-HE2 del CTE indica que el procedimiento para la comprobación de la formación de condensaciones intersticiales se basa en la comparación entre la presión de vapor y la presión de vapor de saturación que existe en cada punto intermedio de un cerramiento formado por diferentes capas, para las condiciones interiores y exteriores correspondientes al mes de enero. También indica que estarán exentos de la comprobación aquellos cerramientos que dispongan de barrera contra el paso de vapor de agua en la parte caliente del cerramiento. Además, define el método de cálculo y se exponen las tablas de humedades relativas y temperaturas por capitales de provincia y mes. El mismo documento indica que, en ausencia de datos más precisos, se tomará una temperatura del ambiente interior igual a 20 °C para todos los meses del año y una humedad relativa máxima del 70%.

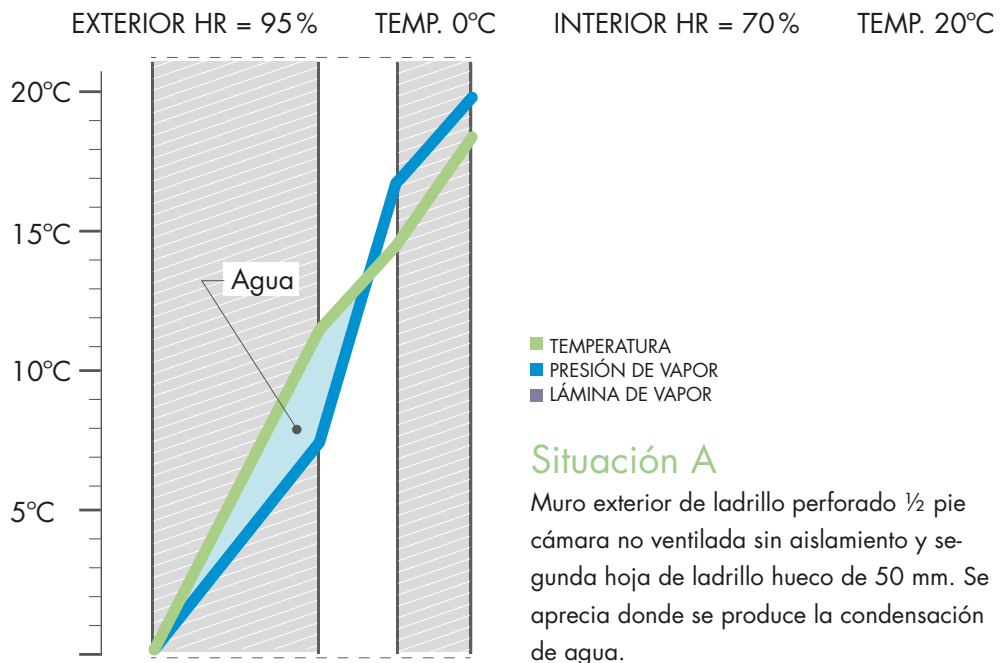
En los siguientes gráficos se representan las curvas de caídas de temperatura en relación a los valores de las presiones de vapor en cada capa de un cerramiento compuesto por:



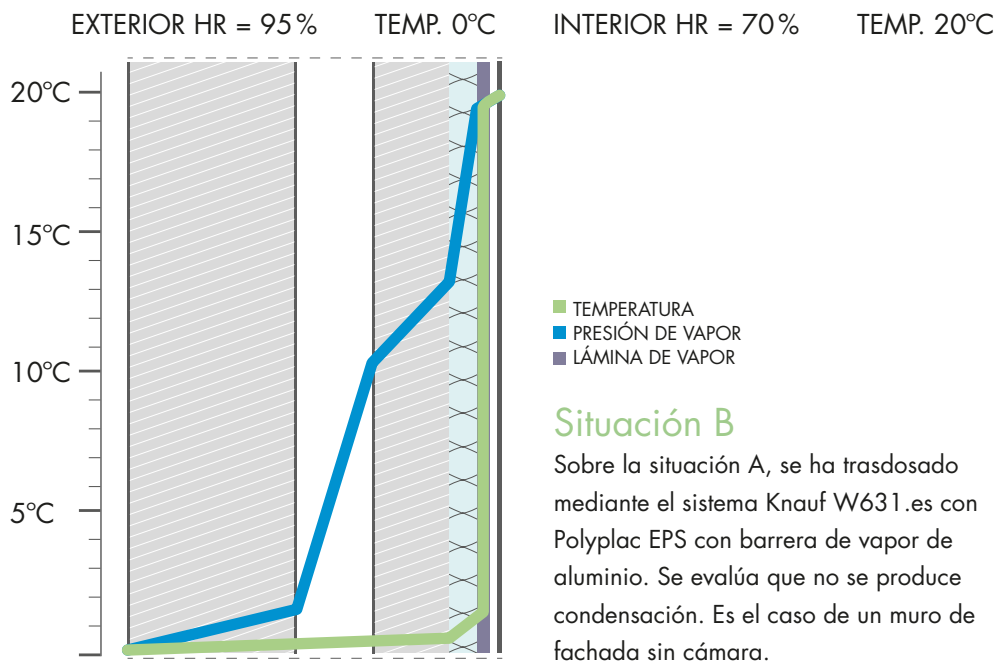
Con independencia de las soluciones genéricas estudiadas, en función del edificio a rehabilitar existen soluciones idóneas estudiadas en profundidad en el capítulo “8.1 Soluciones Knauf en fachadas” de este documento. de los forjados y pilares en fachada.



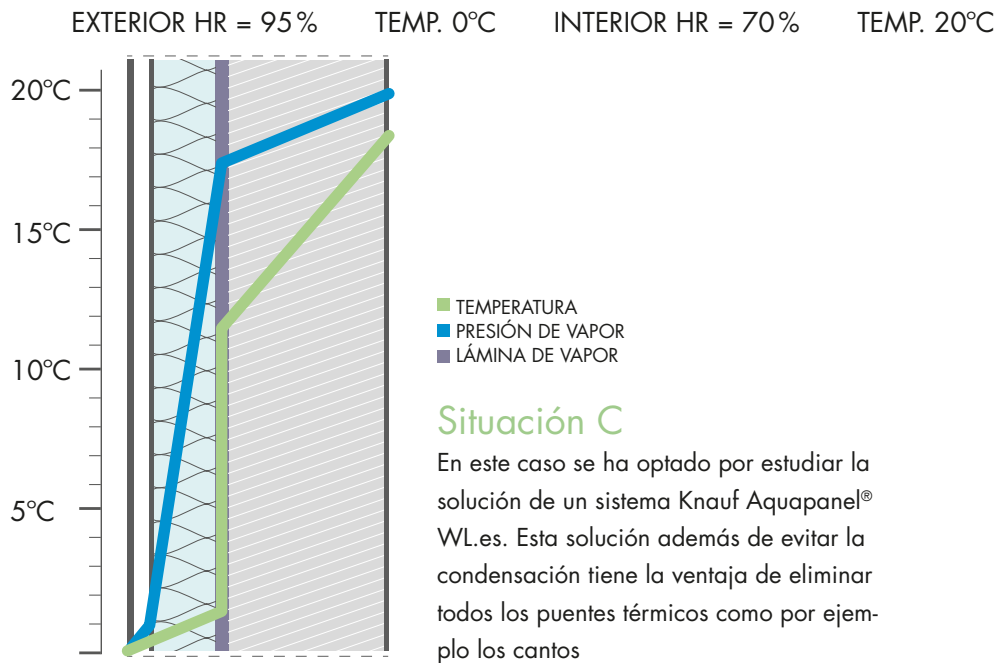
Curvas de caída de temperatura



Curvas de caída de temperatura



Curvas de caída de temperatura



3.8

CTE HE ahorro de energía

La normativa actual servirá también como base para aplicarla a la rehabilitación de edificios, según se establece en el ámbito de aplicación del documento DB-HE 1.

El citado código de obligado cumplimiento contempla los siguientes capítulos:

- HE 0 Limitación del consumo energético HE 1 Condiciones para el control de la demanda energética
- HE 2 Condiciones de las instalaciones térmicas
- HE 3 Condiciones de las instalaciones de iluminación
- HE 4 Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria
- HE 5 Generación mínima de energía eléctrica

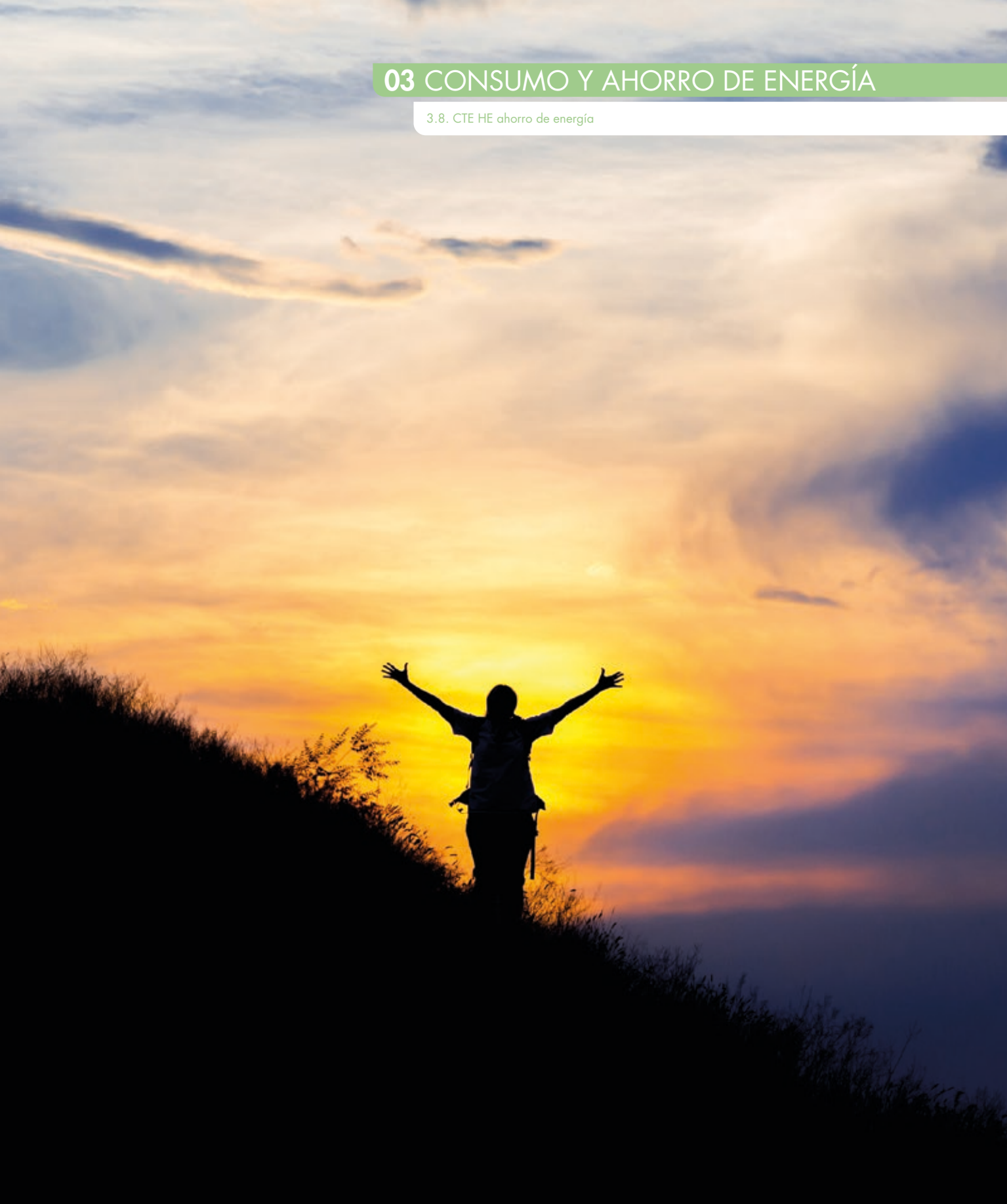
Este capítulo se centrará en el apartado HE 1 (Condiciones para el control de la demanda energética) y HE 0 (Limitación del consumo energético).

Para iniciar un proyecto de un edificio lo primero es determinar la zona climática donde se ubicará el futuro inmueble o el lugar donde se halle el edificio candidato a ser rehabilitado.

La zona climática de cualquier localidad en la que se ubiquen los edificios obtiene su tabulación en el DB HE en función de su capital de provincia y su altitud respecto al nivel del mar. Para cada provincia, se tomará el clima correspondiente a la condición con la menor cota de comparación.

03 CONSUMO Y AHORRO DE ENERGÍA

3.8. CTE HE ahorro de energía



Estas zonas climáticas se identifican mediante una letra y un número correspondiente a la severidad climática, que se define como el cociente entre la demanda energética de un edificio en una localidad y la correspondiente al mismo edificio en una localidad de referencia. En el CTE DB HE se ha tomado Madrid como localidad de referencia, siendo, por tanto, su severidad climática la unidad. Se define una severidad climática de verano identificada con un número (1, 2, 3 y 4) y otra de invierno identificada con una letra (α , A, B, C, D, E).

Combinando las 6 divisiones de invierno con las 4 de verano se obtendrían 24 zonas distintas, de las cuales se han retenido únicamente las 13 en las que se ubican las localidades españolas.

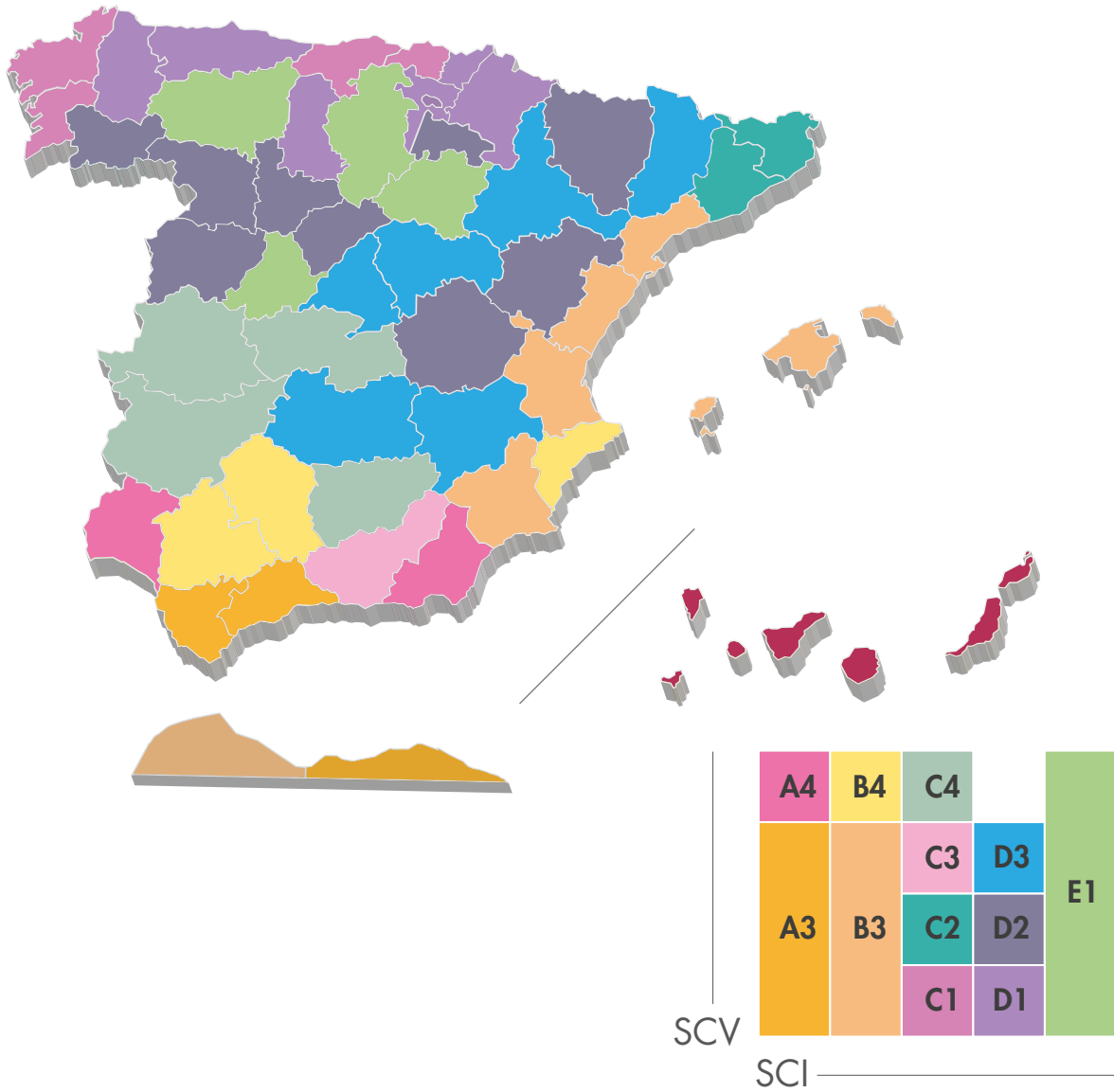
- Para las zonas A1 y A2 se considerarán, a todos los efectos, las mismas exigencias correspondientes a la zona climática A3.
- Para las zonas B1 y B2 se considerarán, a todos los efectos, las mismas exigencias correspondientes a la zona climática B3.
- Para las zonas E2, E3, E4 se considerarán, a todos los efectos, las mismas exigencias correspondientes a la zona climática E1.
- La zona α corresponde a las Islas Canarias.

En el mismo Documento Básico HE del CTE se indican las fórmulas para la obtención de los parámetros que posteriormente nos servirán para el diseño de las transmitancias máximas de los elementos constructivos.

Los cálculos necesarios para el establecimiento del certificado se facilitarán realizándolos por medio de programas reconocidos por el ministerio.

03 CONSUMO Y AHORRO DE ENERGÍA

3.8. CTE HE ahorro de energía





Siguiendo las pautas apuntadas se podrán conseguir edificios eficientes desde el punto de vista energético. La fabricación y puesta en obra de los productos constructivos utilizados influyen en la explotación del propio edificio, tanto en la energía empleada para su fabricación como posteriormente en la influencia en el ahorro energético durante el uso y mantenimiento del edificio.

En cuanto al uso, el CTE diferencia entre edificios de uso residencial privado y edificios de otros usos. En versiones anteriores del CTE DB-HE1 se establecía un límite en la demanda energética para ambas tipologías en función de la zona climática. Con el CTE 2019 este enfoque ha cambiado en el HE-1, ya que este requisito se ha sustituido por el concepto de “Coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K) del edificio”. Este valor también se calcula en función de la zona climática, pero también se tiene en cuenta la compacidad del edificio. También se introduce un parámetro para medir la efectividad de los dispositivos de control solar de la envolvente térmica, tomando como referencia el mes de julio. Esto es la capacidad del edificio de evitar o controlar las ganancias solares mediante dispositivos de sombra activados. La permeabilidad del aire de los huecos o la limitación de condensaciones de la envolvente completan los indicadores de la envolvente térmica.

TABLA 3.1.1.b - HE1. Valor límite K_{lim} [$W/m^2 \cdot K$] para uso residencial privado.

	COMPACIDAD V/A [m^3/m^2]	ZONA CLIMÁTICA DE INVIERNO					
		α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos y ampliaciones	$V/A \leq 1$	0,67	0,60	0,58	0,53	0,48	0,43
	$V/A \geq 4$	0,86	0,80	0,77	0,72	0,67	0,62
Cambios de uso	$V/A \leq 1$	1,00	0,87	0,83	0,73	0,63	0,54
Reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la <i>envolvente térmica</i> final del edificio	$V/A \geq 4$	1,07	0,94	0,90	0,81	0,70	0,62

Los valores límite de las compacidades intermedias ($1 < V/A < 4$) se obtienen por interpolación.

En el caso de ampliaciones los valores límite se aplicarán sólo en caso de que la superficie o el volumen construido se incrementen más del 10%.

FUENTE: CTE 2019_DB-HE1



TABLA 3.1.1.c - HE1. Valor límite K_{lim} [$W/m^2 \cdot K$] para uso distinto del residencial privado

	COMPACIDAD V/A [m^3/m^2]	ZONA CLIMÁTICA DE INVIERNO					
		α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos. Ampliaciones. Cambios de uso.	$V/A \leq 1$	0,96	0,81	0,76	0,65	0,54	0,43
Reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la <i>envolvente térmica</i> final del edificio	$V/A \geq 4$	1,12	0,98	0,92	0,82	0,70	0,59

Los valores límite de las compacidades intermedias ($1 < V/A < 4$) se obtienen por interpolación.

En el caso de ampliaciones los valores límite se aplicarán sólo en caso de que la superficie o el volumen construido se incrementen más del 10%.

Las unidades de uso con actividad comercial cuya compacidad V/A sea mayor que 5 se eximen del cumplimiento de los valores de esta tabla.

FUENTE: CTE 2019_DB-HE1



Se destaca también que el nuevo CTE incluye modificaciones en el documento HE-0 sobre limitación del consumo energético. Se mantiene el indicador de consumo de energía primaria no renovable, aumentando su exigencia en más de un 40%, por lo que en muchos casos obligará a utilizar energías renovables para alcanzar las exigencias. También recoge la definición de un **Edificio de consumo de Energía Casi Nulo (EECN)**: “edificio, nuevo o existente, que cumple con las exigencias reglamentarias establecidas en el Documento Básico “DB HE Ahorro de Energía” en lo referente a la limitación de consumo energético (HE0) para edificios de nueva construcción”.

Nueva exigencia de **consumo de energía primaria no renovable** para uso residencial privado y para otros usos ($C_{ep, nren, lim}$):

TABLA 3.1.a - HE0. Valor límite $C_{ep, nren, lim}$ [$kW \cdot h/m^2 \cdot año$] para uso residencial privado

	ZONA CLIMÁTICA DE INVIERNO					
	α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos y ampliaciones	20	25	28	32	38	43
Cambios de uso a residencial privado y reformas	40	50	55	65	70	80

En territorio extrapeninsular (Illes Balears, Canarias, Ceuta y Melilla) se multiplicarán los valores resultantes por 1,25.

TABLA 3.1.b - HE0. Valor límite $C_{ep, nren, lim}$ [$kW \cdot h/m^2 \cdot año$] para uso distinto del residencial privado

ZONA CLIMÁTICA DE INVIERNO						
α	A	B	C	D	E	
$70 + 8 \cdot C_{FI}$	$55 + 8 \cdot C_{FI}$	$50 + 8 \cdot C_{FI}$	$35 + 8 \cdot C_{FI}$	$20 + 8 \cdot C_{FI}$	$10 + 8 \cdot C_{FI}$	

C_{FI} : Carga interna media [W/m^2]

En territorio extrapeninsular (Illes Balears, Canarias, Ceuta y Melilla) se multiplicarán los valores resultantes por 1,40.

FUENTE: CTE 2019_DB-HE0.



03 CONSUMO Y AHORRO DE ENERGÍA

3.8. CTE HE ahorro de energía

Se añade además el indicador de **consumo de energía primaria total** en función de la zona climática:

TABLA 3.2.a - HE0. Valor límite $C_{ep,tot,lim}$ [$\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^2 \cdot \text{año}$] para uso residencial privado

	ZONA CLIMÁTICA DE INVIERNO					
	α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos y ampliaciones	40	50	56	64	76	86
Cambios de uso a residencial privado y reformas	55	75	80	90	105	115

En territorio extrapeninsular (Illes Balears, Canarias, Ceuta y Melilla) se multiplicarán los valores resultantes por 1,15.

TABLA 3.2.b - HE0. Valor límite $C_{ep,tot,lim}$ [$\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^2 \cdot \text{año}$] para uso distinto del residencial privado

ZONA CLIMÁTICA DE INVIERNO						
α	A	B	C	D	E	
$165 + 9 \cdot C_{Fi}$	$155 + 9 \cdot C_{Fi}$	$150 + 9 \cdot C_{Fi}$	$140 + 9 \cdot C_{Fi}$	$130 + 9 \cdot C_{Fi}$	$120 + 9 \cdot C_{Fi}$	

C_{Fi} : Carga interna media [W/m^2]

En territorio extrapeninsular (Illes Balears, Canarias, Ceuta y Melilla) se multiplicarán los valores resultantes por 1,40.

FUENTE: CTE 2019_DB-HE0

CASA PASIVA

4.1.	La casa pasiva	158
4.2.	La certificación "Passive House"	160
4.3.	Hermeticidad al aire	168





La casa pasiva

La denominación de Casa Pasiva proviene del término “Passive Solar Energy Book”, estudio publicado en Estados Unidos en 1979. En él se detallaban experiencias constructivas en viviendas con el máximo aprovechamiento de los recursos climáticos naturales y en consecuencia con un mínimo gasto de energía. Asimismo, en la década de los 80, el Departamento de Energía de EE.UU. realizó un estudio para que los arquitectos estadounidenses asumieran este tipo de técnicas.

El término casa pasiva se ha ido popularizando como una meta a alcanzar en la rehabilitación así como en la construcción de nuevos edificios.

En las casas pasivas la tendencia es llegar a reducir el consumo de combustibles fósiles a casi cero y por lo tanto a mermar al máximo la producción de CO₂. En las viviendas pasivas se usaría solamente la electricidad, produciéndose solamente emisiones de CO₂ en plantas genéricas productoras de energía.

Los edificios pasivos combinan un elevado confort interior con un consumo de energía muy bajo. Se trata de edificios con un alto grado de aislamiento, un control riguroso de los puentes térmicos y de las infiltraciones de aire indeseadas, unas carpinterías de gran calidad y un aprovechamiento óptimo del soleamiento para conseguir el aporte necesario a su climatización sin necesidad de recurrir a otro sistema, mientras que la ventilación se realiza de forma mecánica a través de un recuperador de calor¹.

El concepto de estándar de “casa pasiva” se basa en la idea de una edificación eficiente, confortable y económicamente asumible. El objetivo es que la demanda energética sea mínima y que esta se supla con energías renovables. Pero además de enfocarse a un bajo consumo energético, también busca un alto nivel de confort tanto térmico, como de calidad de aire interior.

1 Fuente: Guía del estándar Passive House de Fenercom.

04 CASA PASIVA

4.1. La casa pasiva



4.2

La certificación “Passive House”

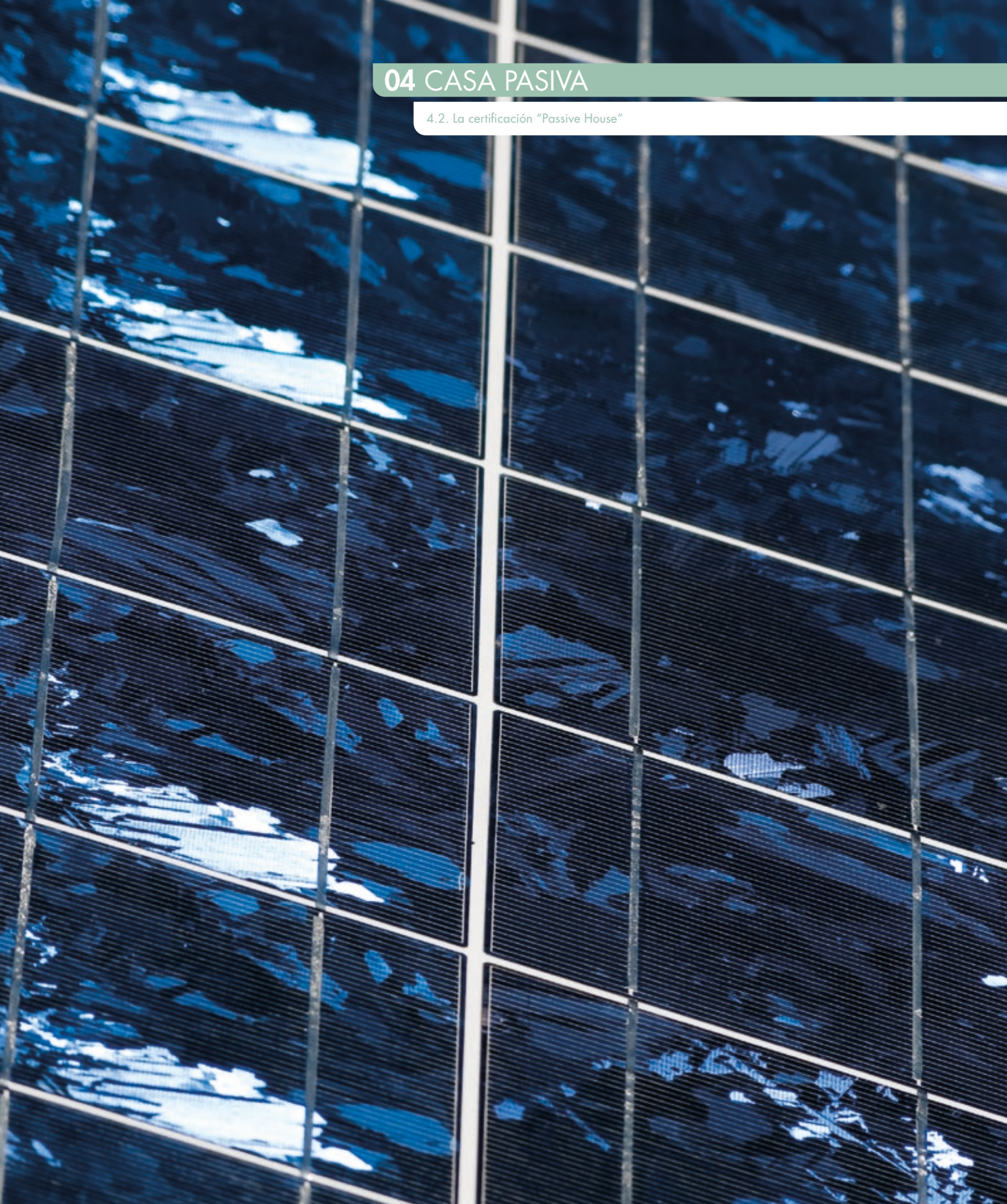
La certificación “Passive House” del instituto de investigación independiente alemán Passive House Institut (PHI), fundado en 1996, ha jugado un papel crucial en el desarrollo del concepto de casa pasiva. Mediante esta certificación se asegura que los requerimientos del estándar Passive House se han conseguido. Esta existe no solo para edificios, sino también para componentes de los edificios y para profesionales.

Los principios básicos del estándar Passive House son:

- **La orientación y la compacidad.** Se deben priorizar edificios compactos para reducir pérdidas térmicas a través de la envolvente. También la orientación de las fachadas principales es muy importante, considerando siempre el tipo de clima.
- **Un elevado aislamiento térmico** para conseguir bajas transmitancias térmicas de los cerramientos exteriores y, por tanto, reduciendo la demanda energética del edificio.
- **Ventanas y puertas con altas prestaciones,** ya que son los puntos más débiles de la envolvente. Carpinterías con bajas transmitancias y vidrios dobles o triples y bajo emisivos (orientación Norte) serán de gran importancia para reducir al máximo las pérdidas/ganancias térmicas.
- **Ausencia de puentes térmicos.** Un planteamiento correcto en el diseño permite eliminar los puentes térmicos, no interrumpiendo las capas de aislamiento, usando materiales con una mayor resistencia térmica (como la madera) si se interrumpe el aislamiento y poniendo especial cuidado en las juntas entre elementos constructivos.

04 CASA PASIVA

4.2. La certificación "Passive House"



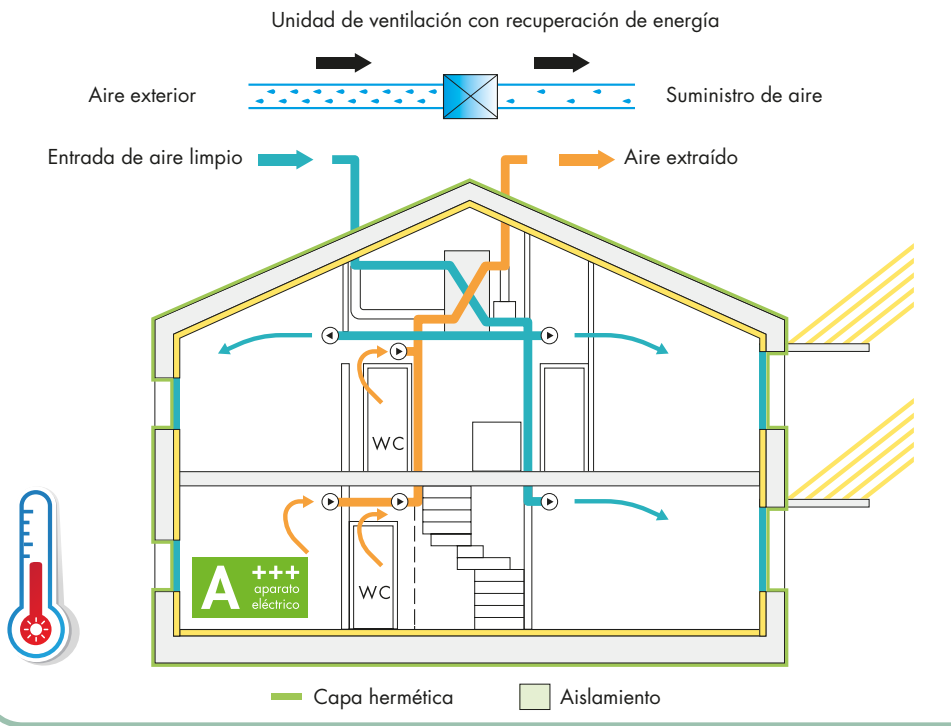


- **Ventilación mecánica con recuperación de calor.** Es un concepto fundamental para edificios de muy bajo consumo energético. El sistema de ventilación, mediante un recuperador de calor, reaprovechará el calor generado en el interior de la vivienda, transfiriéndolo al aire fresco exterior para la renovación, de tal manera que cada hora se renueve aproximadamente un tercio del volumen de aire sin que por ello se merme el confort total.
- **Estanqueidad del aire.** En un edificio pasivo, la envolvente es lo más estanca posible logrando una elevada eficiencia del sistema de ventilación mecánica. La hermeticidad del edificio se mide con una prueba de presión. Para cumplir el estándar, el resultado debe ser inferior a 0,6 renovaciones de aire por hora.

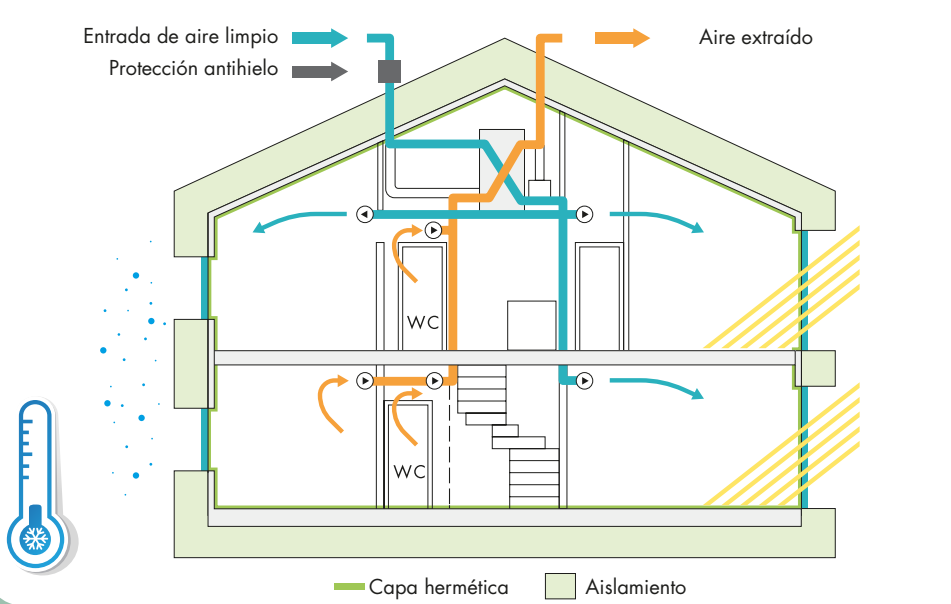
Aplicando los principios mencionados, los requisitos de cumplimiento del estándar Passive House son los siguientes:

- Demanda máxima de energía para calefacción: 15 kWh/m² y año.
- Demanda máxima de energía para refrigeración: 15 kWh/m² y año.
- Hermeticidad del paso del aire: el edificio no debe perder más de 0,6 veces su volumen de aire por hora bajo una diferencia de presión entre el interior y el exterior de 50 pa.
- La energía demandada por el edificio, considerando climatización, iluminación, ACS, electrodomésticos, ordenadores, y otros consumos no debe superar los 60 kWh/m² y año de energía renovable.

Diseño casa pasiva para clima cálido



Diseño casa pasiva para clima frío



Se consideran estos valores de Passive House para todas las zonas climáticas independientemente de si es una zona cálida o fría. Sin embargo, las estrategias de diseño no tienen que seguir a pie de letra los principios básicos indicados anteriormente para climas opuestos, sino que adaptarse a sus características. Mientras en un clima frío es evidente la necesidad de realizar una envolvente con altas prestaciones aislantes, las casas pasivas en las zonas cálidas requieren de un aislamiento inferior, no son necesarios vidrios con las mismas prestaciones y una orientación sur es mucho más importante, así como es indispensable una protección solar móvil y colores brillantes en el exterior que reflejen la luz infrarroja para disminuir la demanda de frío en el período estival sin incrementar de forma significativa la de calor en invierno. Finalmente, en climas cálidos, la disposición de aberturas en diferentes orientaciones es indispensable para favorecer la ventilación natural, siendo además un aspecto cultural.

Las imágenes siguientes muestran las diferentes estrategias de diseño de las casas pasivas para clima cálido y clima frío.

Los límites de demanda energética que establece el estándar Passive House son inferiores de los límites indicados por la normativa europea (Edificio Energía Casi Nula), y por lo tanto los marcados también por el nuevo CTE de 2019. Además, para obtener la certificación según este estándar, se requiere la realización de pruebas de estanqueidad y el control de calidad de la ejecución.

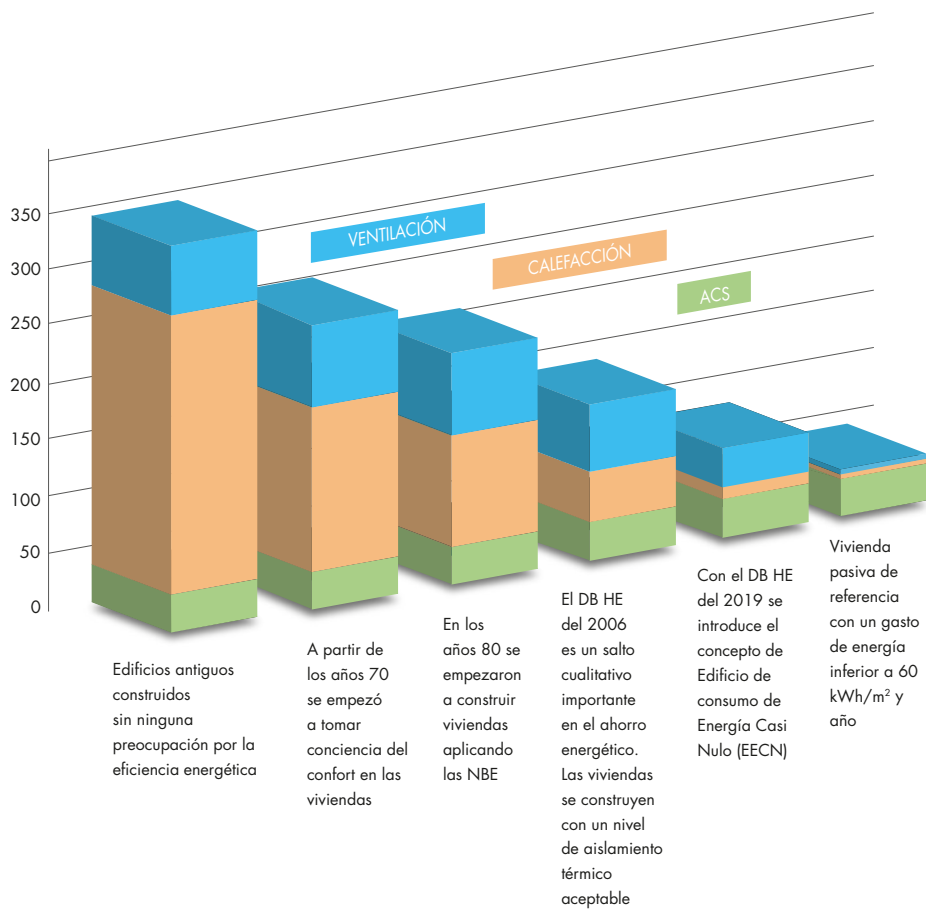
Se destaca que en Alemania durante los últimos años se ha producido un creciente interés en la construcción de casas pasivas. Una vez construidas se ha demostrado que la demanda anual del edificio en la zona acondicionada para calefacción ha sido inferior a 15 kWh/m² y año, siendo el consumo un 85% menor en calefacción que las viviendas construidas siguiendo la vigente normativa alemana de edificación.



04 CASA PASIVA

4.2. La certificación "Passive House"

Consumo de energía en kWh/m² año



4.3

Hermeticidad del aire

La hermeticidad de un edificio es la capacidad que tiene la envolvente para limitar el paso incontrolado del aire desde el interior hasta el exterior y viceversa. Esto reduce en gran medida las pérdidas y las ganancias incontroladas de calor por infiltración, lo que conduce a mejores calidades energéticas ayudando a un mejor confort térmico. A la vez se reduce el riesgo de condensación intersticial y mejora el rendimiento acústico de los elementos constructivos.

La estanqueidad al aire de los edificios se mide mediante el indicador n50. Este indicador refleja la cantidad de veces que se renueva el aire en el interior del edificio durante una hora con una presión diferencial de 50 Pa y se expresa en renovaciones/hora. El ensayo que se utiliza para su medición es el Blowerdoor, basado en la norma UNE-EN 13829 (Determinación de la estanqueidad al aire en edificios. Método de presurización por medio de ventilador).

En las especificaciones de Passive House Institute se indica una clasificación para la certificación de productos de sellado de superficies bajo unos criterios propios del instituto y la norma UNE-EN 12114.

04 CASA PASIVA

4.3. Hermeticidad del aire





POBREZA ENERGÉTICA

5.1.	Un derecho no asequible para todos	172
5.2.	Afrontar la pobreza energética	178



05

5.1

Un derecho no asequible para todos

Se puede considerar que la pobreza energética es la incapacidad de cubrir los gastos de la energía que se utiliza en el hogar, que tiene como consecuencia una falta de confort térmico, sin poder llegar a mantener la vivienda en unas condiciones de climatización adecuadas para la salud (18 a 21 °C en invierno y 25 °C en verano, según la Organización Mundial de la Salud).

La combinación de energía cara, bajos ingresos familiares, y viviendas energéticamente ineficientes, da un resultado un tanto alarmante: una importante cantidad de hogares vulnerables no pueden mantener unas condiciones básicas de calidad de vida.

Se sabe que en los países pobres hay un problema de acceso a la energía (fuentes de energía modernas como la electricidad o el gas) y eso conlleva situaciones de salud graves, mientras que en los países desarrollados el acceso a la energía es viable, pero inaccesible por la falta de recursos en muchos de los hogares.

Las consecuencias de este fenómeno son varias, desde la salud física y mental de las personas, sobre todo en la población más vulnerable (niños y ancianos), endeudamiento, desconexión de suministro, falta de mantenimiento de los edificios...

Brenda Boardman fue la creadora del concepto de pobreza energética y lo definió de la siguiente manera:

“incapacidad para un hogar de obtener una cantidad adecuada de servicios de la energía por el 10% de la renta disponible”

La Asociación de Ciencias Ambientales (ACA), ha realizado una serie de estudios en España sobre la pobreza energética, mostrando una alarmante subida de hogares en estos últimos años. Del estudio se derivan los siguientes datos:

05 POBREZA ENERGÉTICA

5.1. Un derecho no asequible para todos



- Uno de cada tres hogares en paro sufre pobreza energética
- Murcia, Extremadura, Andalucía, Cataluña y Castilla La Mancha son las comunidades más vulnerables a la pobreza energética y las que menos son Asturias, País Vasco y Madrid
- La pobreza energética causa más de 7.000 muertes prematuras al año
- España es el 4º país de la UE con más hogares incapaces de mantener una temperatura adecuada
- Todos los indicadores analizados muestran un incremento de la vulnerabilidad energética en los hogares españoles

La Estrategia Nacional contra la Pobreza Energética 2019-2024, elaborada por el Ministerio para la Transición Ecológica, establece una definición de la situación de pobreza energética y del consumidor vulnerable, presenta un diagnóstico de la situación en España, y determina ejes de actuación y objetivos de reducción para esta problemática social que afecta a más de 3,5 millones de personas.

La Estrategia actualiza cada año los datos que plasman la realidad de la pobreza energética en España. Para ello utiliza los indicadores que obtiene de la Encuesta de Presupuestos Familiares y la Encuesta de Condiciones de Vida del Instituto Nacional de Estadística (INE).

Los indicadores principales a tener en cuenta para indicar una situación de pobreza energética son:

05 POBREZA ENERGÉTICA

5.1. Un derecho no asequible para todos

- Gasto desproporcionado (2M): Porcentaje de hogares cuyo gasto energético sobre los ingresos es superior al doble de la mediana nacional, o del 10%.
- Pobreza energética escondida (HEP): porcentaje de hogares cuyo gasto energético por unidad de consumo es inferior a la mitad de la mediana nacional. En este caso, los hogares retraen consumo energético porque lo dedican a otras partidas (alimentación, transporte, educación...).
- Temperatura inadecuada en la vivienda en invierno: porcentaje de la población que no puede mantener su vivienda a una temperatura adecuada durante el invierno.
- Retraso en el pago de facturas de suministro de la vivienda: porcentaje de la población que tiene retrasos en el pago de facturas de los suministros de la vivienda

En la última actualización, de noviembre de 2020 que corresponde a los datos de 2019, se indica que el número de hogares que gastan más de un 10% de sus ingresos en el pago de las facturas de energía doméstica (2M) alcanzaba el 16,7%, lo que representa a más de 6 millones de ciudadanos. Por otro lado, el número de personas incapaces de mantener su hogar en unos mínimos confortables y saludables ha disminuido del 11,3% en 2016 al 10,6% en 2019, presentando así una ligera tendencia positiva (HEP).

Vivir en una vivienda con una temperatura inadecuada puede incidir en la salud de distintas maneras:

- Problemas para ganar peso, mayores tasas de admisiones hospitalarias y mayor incidencia y severidad de síntomas asmáticos en niños y bebés.
- Efectos sobre la salud mental de adolescentes (ansiedad, depresión).



La falta de recursos para encender la calefacción en invierno podría estar provocando la muerte prematura de hasta 10.000 personas al año en España, una cifra similar a la de otros países europeos como Alemania o Polonia

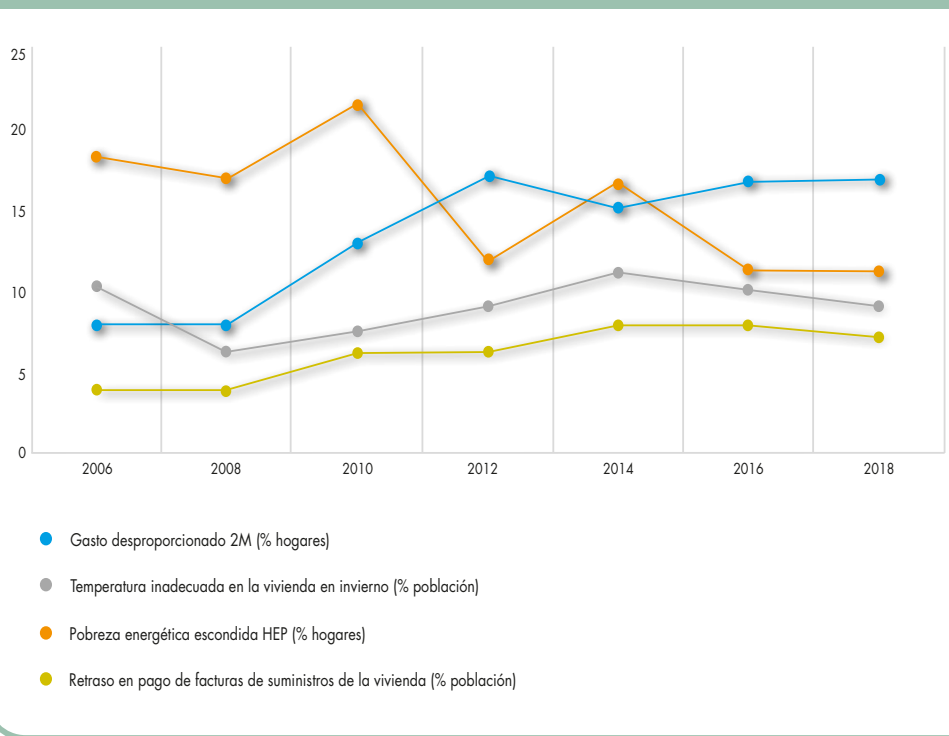


05 POBREZA ENERGÉTICA

5.1. Un derecho no asequible para todos

- Causando gripe y resfriado y empeora la situación de personas con artritis y reumatismo (complica patologías existentes).
- Incrementando el riesgo de muerte prematura por enfermedades cardiovasculares y respiratorias.

Evolución de los cuatro indicadores de pobreza energética 2006 - 2018



Fuente: MITECO. 2020

5.2

Afrontar la pobreza energética

La Estrategia Nacional contra la Pobreza Energética 2019-2024 establece 4 ejes de actuación principales:

- Eje 1. Mejorar el conocimiento de la pobreza energética.
- Eje 2. Mejorar la respuesta frente a la situación actual de pobreza energética.
- Eje 3. Crear un cambio estructural para la reducción de la pobreza energética.
- Eje 4. Medidas de protección a los consumidores y concienciación social.

Para poder mejorar la situación de los consumidores más vulnerables, la Estrategia se construye con un enfoque integral, que contemple medidas en los planos paliativo y estructural, con actuaciones a corto, medio y largo plazo, estableciendo 4 grandes categorías de medidas:

- Medidas prestacionales: para la protección a corto plazo de los consumidores vulnerables. Permiten hacer frente a las necesidades más a corto plazo de los consumidores



05 POBREZA ENERGÉTICA

5.2. Afrontar la pobreza energética

creando una red de seguridad que permita hacer frente a los pagos de suministros energéticos. El análisis y la mejora de estos instrumentos se establece en el Eje 2.

- **Medidas estructurales y de eficiencia energética:** centradas en lograr una mejora del equipamiento y las condiciones de los edificios y hogares de los consumidores vulnerables. Son un elemento básico para abordar la pobreza energética porque buscan realizar un cambio permanente en los hogares y reducir así su dependencia de otras medidas prestacionales. Entre estas medidas se destacaría la rehabilitación de los edificios, así como la sustitución de equipos e instalaciones.
- **Medidas de protección adicional de los consumidores:** actuaciones que establecen una mayor protección para los consumidores vulnerables, por ejemplo, actuaciones que impidan la suspensión del suministro.

Mejora de los mecanismos de información y formación. Actuaciones que buscan apoderar a los consumidores, profesionales y demás actores vinculados con la pobreza energética a partir de un mejor conocimiento de los derechos, obligaciones, posibilidades y alternativas en el ámbito del consumo energético y de la eficiencia energética.





CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

6.1.	Calidad del aire	182
6.2.	Edificios sostenibles y saludables	186
6.2.1.	Contaminantes químicos	188
6.2.2.	Contaminantes biológicos	192





06

6.1

Calidad del aire

Los problemas de la calidad de aire debido a la contaminación atmosférica provocan alrededor de 7 millones de muertes en todo el mundo, según un estudio realizado por la OMS con datos de 2012. Según un estudio publicado en febrero de 2021, La contaminación del aire generada por la quema de combustibles fósiles como carbón y petróleo causó al menos 8,7 millones de muertes a nivel global en 2018. Esto confirma la importancia del riesgo ambiental para la salud. En el estudio de la OMS no solo se habla de la contaminación del aire en el exterior, algo muy cotidiano, sino también del aire que se respira en el interior los edificios.

Se estima que 4,3 millones de muertes son debidas a la mala calidad del aire interior, y alrededor de 3,7 millones de muertes a la contaminación urbana. Muchas de estas muertes son debidas a la interacción entre la contaminación del aire interior y exterior.

Las estimaciones de la OMS indican que la principal causa de muerte vinculada a la contaminación atmosférica se debe a enfermedades cardiovasculares:

MUERTE POR CONTAMINACIÓN AIRE EXTERIOR	MUERTE POR CONTAMINACIÓN AIRE INTERIOR
40% cardiopatía isquémica	34% accidente cerebrovascular
40% accidente cerebrovascular	26% cardiopatía isquémica
11% neumopatía obstructiva crónica	22% neumopatía obstructiva crónica
6% cáncer de pulmón	12% infección aguda de las vías respiratorias inferiores en los niños
3% infección aguda de las vías respiratorias inferiores en los niños	6% cáncer de pulmón

06 CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

6.1. Calidad del aire

Factores que delimitan la calidad del aire interior:

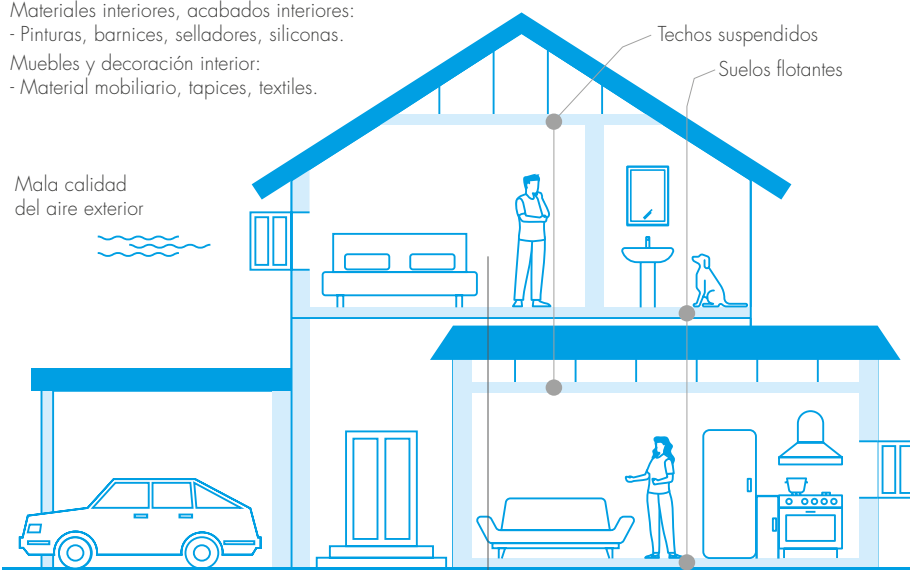
Diseño, materiales y técnicas de construcción.

Materiales interiores, acabados interiores:

- Pinturas, barnices, selladores, siliconas.

Muebles y decoración interior:

- Material mobiliario, tapices, textiles.



FUENTE: Arquitectura sostenible y saludable. Knauf. 2021

Hábitos de las personas:

- Tabaco
- Productos usados en interiores:
- De limpieza, ambientadores,
- Cosmética, lacas, desodorantes, colonias...
- Presencia de mascotas.

Usos:

Ventilación, cocina, combustión calderas y estufas.



Las políticas que se establecen en sectores como el transporte, el ámbito de la energía, o la gestión de residuos, afectan a la calidad del aire exterior. Una buena gestión puede incidir de una manera positiva en los gastos en la salud ciudadana y los relativos al impacto ambiental.

Las muertes por contaminación del aire interior son atribuibles al uso doméstico de combustibles, en general poco eficientes, y que se concentran mayoritariamente en regiones pobres, como el carbón, la madera y biomasa, debido a una mala evacuación exterior y a la mala combustión...

Existen unas directrices establecidas por la OMS donde se muestran umbrales y límites de contaminantes atmosféricos. Se basan en la evaluación de las pruebas científicas actuales concernientes a:

- material particulado ($PM_{2.5}$ y PM_{10}) ozono (O_3)
- dióxido de nitrógeno (NO_2) y
- dióxido de azufre (SO_2), en todas las regiones de la OMS

Un ejemplo es el efecto en la salud de la reducción de los contaminantes PM_{10} de 70 a 20 $\mu g/m_3$, que podría suponer una reducción del 15% el número de muertes relacionadas con la contaminación del aire.

6.2

Edificios sostenibles y saludables

En el apartado anterior ya se ha visto la importancia que tiene la calidad del aire interior de los edificios en la salud de las personas. Según la Agencia Europea del Medio Ambiente, podemos llegar a pasar hasta el 90% del tiempo en sitios cerrados.

Un edificio sostenible tiene en cuenta multitud de criterios que lo hacen respetuoso con el medio ambiente, pero además debe considerar la salud y confort de los usuarios, que se podría definir como la calidad ambiental, y que engloba el confort térmico, el lumínico, el acústico y la calidad del aire interior del edificio.

En este capítulo, se tratará de una forma genérica los contaminantes químicos y biológicos que influyen en la calidad del aire interior.

06 CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

6.2. Edificios sostenibles y saludables



6.2.1. Contaminantes químicos

El aire en espacios cerrados se puede contaminar de muchas formas. A menudo, las mismas personas son las culpables de ello. Además de los olores desagradables de los lavabos, las salas para fumadores y el humo de las cocinas o bien de la comida, puede haber contaminantes químicos en suspensión en el aire que respiramos.

Uno de los contaminantes químicos más habitual en el aire interior son los compuestos volátiles orgánicos (COV). Los COV incluyen benceno (clasificado por la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU como cancerígeno), formaldehídos y otros compuestos químicos que, a altas concentraciones pueden inducir a la irritación de la nariz y la faringe y que se han asociado con leucemia, asma infantil y otros desórdenes respiratorios (Fuente: International WELL Building Institute).

PROCEDENCIA		ORIGEN	CONTAMINANTE
AMBIENTE EXTERIOR	Ubicación del edificio	Combustible, Tráfico	CO, CO ₂ , NO ₂ , SO ₂
		Actividad industrial	NO ₂ , SO ₂ , COVs
		Vertederos	Radón, olores, bacterias...
		Vehículos, Industria, humos...	Partículas MP10 y MP2,5
PROPIO EDIFICIO	Máquinas	Fotocopiadora, impresoras...	Ozono O ₃
	Materiales de construcción	Colas, barnices, algunas pinturas...	COVs como aldehídos (p.e. formaldehído)
	Uso doméstico	Lacas, perfumes, tejidos, productos limpieza...	COVs como aldehídos (p.e. formaldehído)

Esquema fuentes de contaminación del aire interior

06 CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

6.2. Edificios sostenibles y saludables





06 CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

6.2. Edificios sostenibles y saludables

Las concentraciones de COV en ambientes interiores pueden llegar a ser cinco veces superiores a las existentes en exteriores según la EPA (Agencia Medioambiental de Estados Unidos).

Una de las fuentes importante que contaminan el aire interior son los materiales de construcción que se utilizan en las obras nuevas o de rehabilitación, en forma de COV, que pueden tener mayores concentraciones debido a una falta de ventilación en los edificios. En este sentido se deben armonizar, por un lado, las diferentes directivas europeas para reducir la demanda energética en los edificios, y por otro el entorno donde permanecemos más del 80% de nuestro tiempo y que debería ser lo más saludable y confortable posible.

Hace unos años, se prestaba más atención a la calidad del aire exterior que a la del aire interior, regulando las emisiones de la industria y del transporte, pero actualmente la contaminación del aire interior ya se empieza a regular en varios países. Incluso algunos estándares de certificación de edificios sostenibles- como LEED, BREEAM, VERDE o HQE- hacen hincapié en ese sentido, para beneficio de los usuarios de esos edificios. En los últimos años, el estándar de certificación para edificios saludables WELL está tomando siempre más importancia, y la calidad del aire interior es uno de sus principios fundamentales.

Con el propósito de identificar los materiales de construcción en función de sus emisiones de COV, existen diversos sellos, etiquetas y certificaciones voluntarias. Esta identificación de los materiales ya es de obligado cumplimiento en países como Francia, Bélgica y Alemania. Por otro lado, existe un proyecto de norma europea para poder armonizar las diferentes metodologías de ensayo.



Certificados europeos de características ambientales de productos

6.2.2. Contaminantes biológicos

El aire que respiramos, aparte de los contaminantes químicos, también puede contener contaminantes biológicos. Estos contaminantes pueden proceder de los sistemas de climatización, ventilación y aire acondicionado cuando existe una falta de mantenimiento de las instalaciones.

La proliferación de los contaminantes biológicos depende de las condiciones ambientales, como la temperatura, la humedad relativa, la luz y la renovación de aire. Una temperatura baja y un ambiente húmedo pueden favorecer el crecimiento de microorganismos como el moho, en cambio una temperatura elevada puede favorecer otros como la *Legionella pneumophila*.

En general, estos organismos necesitan nutrientes para vivir y proliferar, como la materia orgánica. Los materiales de construcción pueden servir como substrato para los microorganismos.

06 CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

6.2. Edificios sostenibles y saludables





PROTECCIÓN AL FUEGO Y AISLAMIENTO ACÚSTICO

7.1.	Protección al fuego	196
7.2.	Aislamiento acústico	208





07

Protección al fuego

Los incendios provocan daños importantes en los edificios, el medio ambiente y, aún peor, pérdidas de vidas. Según la asociación Tecnifuego-Aespi en su balance del 2019, los incendios provocaron la muerte de 165 personas, de las cuales, 125 fallecieron en la vivienda. Las principales causas fueron: los aparatos productores de calor, la poca calidad de la instalación eléctrica, y los cigarrillos mal apagados. El total de incendios fue de 129.544 y en viviendas se produjeron 54 incendios diarios.

A nivel mundial, se estima que se producen más de 3 millones de incendios que llegan a causar alrededor de 40.000 muertes y unos 800.000 heridos según datos de 2016 de The Center of Fires Statistics of CTIF. La mayoría de estos incidentes han sido en edificaciones. Los gastos económicos que pueden suponer los incendios oscilan alrededor del 1% del PIB en países desarrollados. Con todos estos datos, se entiende que la seguridad contra incendios debe ser parte de cualquier estrategia para proteger a las personas y reducir los riesgos.

En España, el CTE DB-SI (Seguridad en caso de incendio) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio, limitando el riesgo de propagación en el interior y hacia el exterior de los edificios. Este documento no incluye las edificaciones ni zonas de uso industrial donde se aplica el RSCIEI (Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales).

En cualquier tipo de edificio, los materiales de construcción juegan un papel importante para la prevención de la propagación del fuego. Es fundamental una sectorización al fuego adecuada mediante elementos constructivos bajo las normativas vigentes, así como un buen comportamiento frente al fuego de los materiales que se introducen en los edificios.

07 PROTECCIÓN AL FUEGO Y AISLAMIENTO ACÚSTICO

7.1. Protección al fuego





Un informe del SRSA (Swedish Rescue Services Agency) advierte que el tiempo medio necesario para que un incendio alcance el “flashover” ha pasado de 15 minutos en 1950 a apenas 3 minutos debido al tipo de materiales que se introducen en los interiores de las viviendas. El “flashover” es el punto crítico en el desarrollo de un incendio, el cual tiene lugar un cambio radical en la deflagración con el consiguiente aumento de la temperatura. El tiempo depende de la carga de fuego que existe en el recinto donde se inicia el fuego (materiales de construcción, productos de decoración...).

El comportamiento ante el fuego de los elementos constructivos depende de dos características predominantes que son medibles como la reacción al fuego del propio material y la resistencia al fuego del sistema en su conjunto.

La reacción al fuego de los materiales de construcción es una de las bases de la protección pasiva contra incendios. El sistema de clasificación europeo según la norma UNE-EN 13501 determina 7 Euroclases principales y 2 complementarias:

Las placas de yeso laminado Knauf son una buena opción debido a su clasificación al fuego A2-s1,d0 según la norma UNE EN 520.

El otro principio de la protección pasiva es la resistencia al fuego. Las placas de yeso laminado Knauf, además de no contribuir a la propagación de un incendio, pueden actuar como sectorización frente al fuego, tanto en compartimentación horizontal como vertical, gracias a los sistemas que se forman con ellas, consiguiendo resistencias al fuego elevadas con poco espesor y, sobre todo, ligeras.



07 PROTECCIÓN AL FUEGO Y AISLAMIENTO ACÚSTICO

7.1. Protección al fuego

El comportamiento ante el fuego de los elementos constructivos depende de dos características predominantes que son medibles como la reacción al fuego del propio material y la resistencia al fuego del sistema en su conjunto.

La reacción al fuego de los materiales de construcción es una de las bases de la protección pasiva contra incendios. El sistema de clasificación europeo según la norma UNE-EN 13501 determina 7 Euroclases principales y 2 complementarias:

CONTRIBUCIÓN	EUROCLASE	INTERPRETACIÓN
No combustible	A1	Sin contribución al fuego
	A2	
Consumibles	B	Contribución muy limitada al fuego
	C	Contribución limitada al fuego
	D	Contribución media al fuego
	E	Contribución alta al fuego
Sin clasificar	F	Sin comportamiento determinado



07 PROTECCIÓN AL FUEGO Y AISLAMIENTO ACÚSTICO

7.1. Protección al fuego

Indicador adicional de opacidad de humos		Indicador adicional de caída de gotas inflamables	
CLASE	INTERPRETACIÓN	CLASE	INTERPRETACIÓN
S1	Producción baja de humos	d0	No se producen gotas inflamadas
S2	Producción media de humos	d1	No hay gotas inflamadas con duración >10"
S3	Producción alta de humos	d2	Ninguna de las clasificaciones anteriores

Las placas de yeso laminado Knauf son una buena opción debido a su clasificación al fuego A2-s1,d0 según la norma UNE EN 520.

El otro principio de la protección pasiva es la resistencia al fuego. Las placas de yeso laminado Knauf, además de no contribuir a la propagación de un incendio, pueden actuar como sectorización frente al fuego, tanto en compartimentación horizontal como vertical, gracias a los sistemas que se forman con ellas, consiguiendo resistencias al fuego elevadas con poco espesor y, sobre todo, ligeras.



07 PROTECCIÓN AL FUEGO Y AISLAMIENTO ACÚSTICO

7.1. Protección al fuego

Los criterios básicos que caracterizan la resistencia al fuego de un elemento son:

CLASIFICACIÓN	DEFINICIÓN	CRITERIO DE COMPORTAMIENTO
R (Resistance)	Capacidad portante del elemento	Limitación de la deformación
		Limitación de la deformación
E (Integrity)	Integridad	Ignición del tampón de algodón
		Grietas y aberturas
		Producción de llama sostenida en la cara no expuesta
I (Insulation)	Aislamiento térmico	Elevación de la temperatura media
		Elevación de la temperatura máxima

La clasificación de los sistemas se mide en determinados periodos de tiempo:

T'							
20	30	45	60	90	120	180	240



En una rehabilitación integral, se pueden encontrar situaciones donde sea necesario compartimentar o delimitar sectores de incendio donde sean necesarios sistemas constructivos no portantes como techos suspendidos, tabiques y trasdosados con una clasificación EI determinada o exigida. También es posible encontrar situaciones donde se necesite sectorizar con suelos elevados o suelos técnicos que conforman sistemas con capacidad portante y tienen una clasificación REI.

También es muy habitual encontrar estructuras portantes formadas por estructuras metálicas, como vigas, donde se tengan que reforzar y sea necesario protegerlas al fuego. En este caso, los elementos estructurales se clasifican por su capacidad portante R, pero no tienen una función separadora.

En general, cuando se realizan obras de rehabilitación, es necesario prestar atención al comportamiento al fuego de los materiales utilizados y ver la necesidad de proteger al fuego estructuras metálicas o realizar sectorizaciones para poder cumplir la normativa vigente.

7.2

Aislamiento acústico

Los factores físicos, que hacen referencia a las condiciones higrotérmicas, (temperatura, humedad y velocidad del aire), así como la iluminación y el ruido, influyen en la calidad ambiental.

El confort acústico en el interior de los edificios se consigue aislándolos acústicamente de manera adecuada, mejorando el aislamiento al ruido aéreo entre recintos, el ruido de impacto y acondicionando acústicamente, mediante una corrección adecuada de la reverberación.

Es muy probable que en los edificios en los que el nivel de aislamiento térmico es deficiente, el acústico también lo sea. La falta de confort por no estar bien aislados y tener que soportar el ruido exterior o bien del vecino, puede provocar un problema de salud.

La OMS (Organización Mundial de la Salud) ya ha advertido sobre estas cuestiones. El ruido puede generar daños irreversibles en la salud a medida que éste aumenta y se prolonga. Algunos de estos problemas son: estrés, insomnio, trastornos nerviosos, hipertensión, dolor de cabeza.

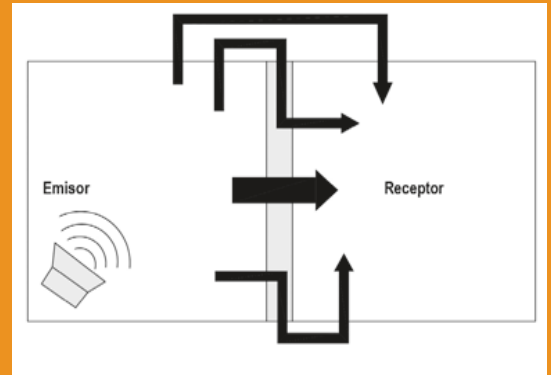
Según la OMS, se consideran los 65 dB durante el día como el límite superior deseable y aconseja que sea entre 50 y 55 dB por el día, y por la noche de 45-50 dB. En España se considera contaminación acústica cuando se superan los 55 dB de noche y 65 dB de día, muy por encima de lo recomendado por la OMS.

En Europa, más de la cuarta parte de la población (unos 80 millones de personas) está sometida a niveles de ruido inaceptables, superiores a los 65 dB. En nuestro país más de 9 millones de personas soportan diariamente niveles medios de ruido de 65 dB, con las graves consecuencias que conlleva para la salud, y es el segundo país, después de Japón, con más índice de población expuesta a altos niveles de ruido.

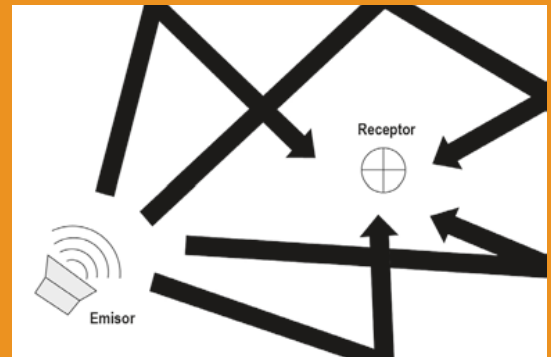
07 PROTECCIÓN AL FUEGO Y AISLAMIENTO ACÚSTICO

7.2. Aislamiento acústico

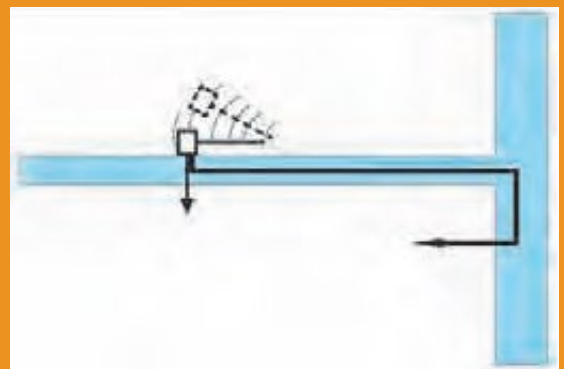
Aislamiento a ruido aéreo



Acondicionamiento acústico



Aislamiento a ruido de impacto





En España, para mejorar el confort acústico en edificación, se dispone del CTE DB-HR que supuso un gran salto cualitativo respecto a la anterior normativa.

Antes de su entrada en vigor en 2007, las exigencias acústicas en España estaban muy por debajo de los mínimos exigidos en Europa. De hecho, los edificios realizados antes de 1988, es decir más del 50%, carecen de confort acústico y hasta la entrada en vigor del CTE DB-HR, los edificios construidos tenían un confort acústico muy bajo.

Una de las grandes diferencias con la NBE CA 88 es la exigencia en casi todos los casos de obtener los valores in situ aunque para dicho cumplimiento se admiten una tolerancia de 3 dBA.

En el caso de ruido aéreo, la NBE CA 88 indicaba un nivel de ruido de impacto $L_nA < 80$ dBA y con el CTE DB HR se exige un L'_{nTw} de 65 dB en locales protegidos, habitables y zonas comunes y de 60 dB en instalaciones.

En la tabla siguiente se muestran los requerimientos de aislamiento acústico a ruido aéreo entre un recinto protegido y el exterior, para diferentes usos de edificios u en función del índice de ruido, según el apartado DB HR del CTE 2019.

TABLA 2.1. Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$, en dBA, entre un recinto protegido y el exterior, en función del índice de ruido día, L_d

A pesar de la mayor exigencia del CTE DB-HR, España sigue siendo de los países menos exigentes de Europa.



07 PROTECCIÓN AL FUEGO Y AISLAMIENTO ACÚSTICO

7.2. Aislamiento acústico

En España, para mejorar el confort acústico en edificación, se dispone del CTE DB-HR que supuso un gran salto cualitativo respecto a la anterior normativa.

Antes de su entrada en vigor en 2007, las exigencias acústicas en España estaban muy por debajo de los mínimos exigidos en Europa. De hecho, los edificios realizados antes de 1988, es decir más del 50%, carecen de confort acústico y hasta la entrada en vigor del CTE DB-HR, los edificios construidos tenían un confort acústico muy bajo.

Comparativa norma NBE CA 88 y CTE DB HR. RUIDO AREREO

EMISOR	RECEPTOR		
	NBE CA 88	CTE DB HR	
	R_A	PROTEGIDO $D_{nT,A}$	HABITABLE $D_{nT,A}$
Protegido, habitable, zona común	≥ 45 dBA	≥ 50 dBA	≥ 45 dBA
Instalaciones o actividad	≥ 55 dBA	≥ 55 dBA	≥ 45 dBA
Medianería sin edificio anexo	≥ 30 dBA	$D_{2m,nTAtr} \geq 40$ dBA	
Medianería con edificio anexo	≥ 45 dBA	$D_{nTA} \geq 50$ dBA	
Fachadas	≥ 30 dBA	$D_{2m,nTAtr} \geq 30$ a 47 dBA	
Tabique interno misma unidad uso	≥ 30 a 35 dBA	$RA \geq 33$ dBA	



Una de las grandes diferencias con la NBE CA 88 es la exigencia en casi todos los casos de obtener los valores in situ aunque para dicho cumplimiento se admiten una tolerancia de 3 dBA.

En el caso de ruido aéreo, la NBE CA 88 indicaba un nivel de ruido de impacto $L_nA < 80$ dBA y con el CTE DB HR se exige un L'_{nTw} de 65 dB en locales protegidos, habitables y zonas comunes y de 60 dB en instalaciones.

En la tabla siguiente se muestran los requerimientos de aislamiento acústico a ruido aéreo entre un recinto protegido y el exterior, para diferentes usos de edificios u en función del índice de ruido, según el apartado DB HR del CTE 2019.



A pesar de la mayor exigencia del CTE DB-HR, España sigue siendo de los países menos exigentes de Europa.

TABLA 2.1. Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr'}$ en dBA, entre un recinto protegido y el exterior, en función del índice de ruido día, L_d

L_d dBA	USO DEL EDIFICIO			
	RESIDENCIAL Y HOSPITALARIO	CULTURAL, SANITARIO ⁽¹⁾ , DOCENTE Y ADMINISTRATIVO		
	DORMITORIOS	ESTANCIAS	ESTANCIAS	AULAS
$L_d \leq 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	30	32	30
$65 < L_d \leq 70$	37	32	37	32
$70 < L_d \leq 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42

⁽¹⁾ En edificios de uso no hospitalario, es decir, edificios de asistencia sanitaria de carácter ambulatorio, como despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.

Una de las grandes diferencias con la NBE CA 88 es la exigencia en casi todos los casos de obtener los valores in situ aunque para dicho cumplimiento se admiten una tolerancia de 3 dBA.

En el caso de ruido aéreo, la NBE CA 88 indicaba un nivel de ruido de impacto $L_nA < 80$ dBA y con el CTE DB HR se exige un L'_{nTw} de 65 dB en locales protegidos, habitables y zonas comunes y de 60 dB en instalaciones.



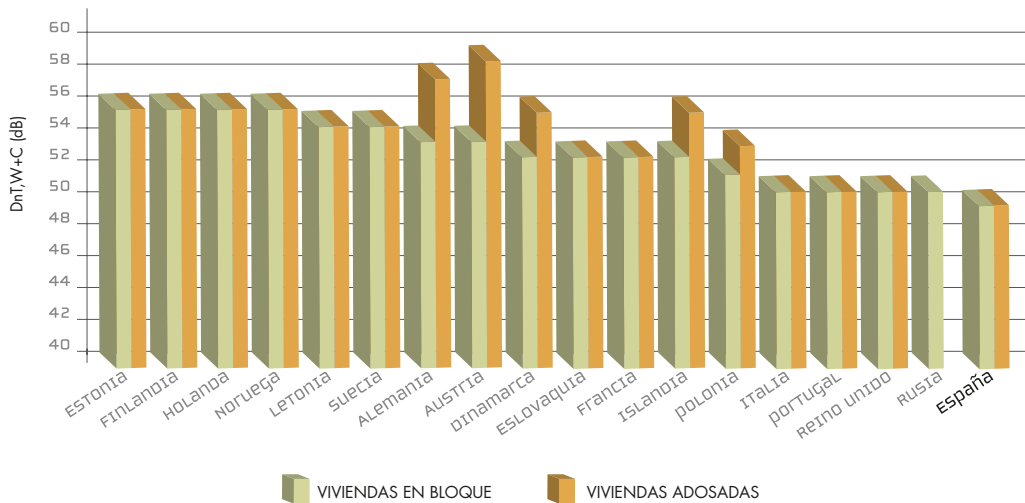
07 PROTECCIÓN AL FUEGO Y AISLAMIENTO ACÚSTICO

7.2. Aislamiento acústico

En la tabla siguiente se muestran los requerimientos de aislamiento acústico a ruido aéreo entre un recinto protegido y el exterior, para diferentes usos de edificios u en función del índice de ruido, según el apartado DB HR del CTE 2019.

A pesar de la mayor exigencia del CTE DB-HR, España sigue siendo de los países menos exigentes de Europa.

Legislación Europea sobre ruido aéreo

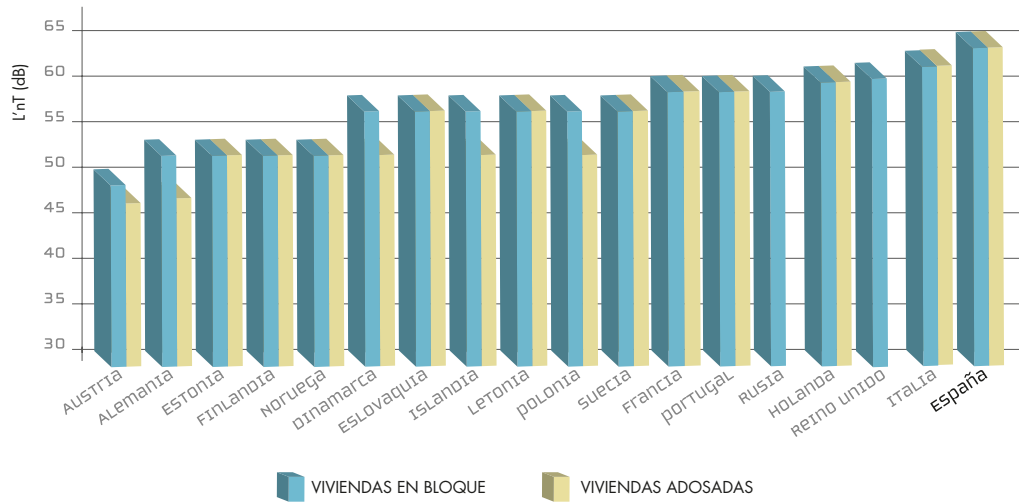




07 PROTECCIÓN AL FUEGO Y AISLAMIENTO ACÚSTICO

7.2. Aislamiento acústico

Legislación Europea ruido impacto



EL AISLAMIENTO TÉRMICO

8.1.	Conceptos generales	224
8.2.	Valores de la conductividad y resistencia térmica	232
8.3.	Envolvente térmica de los edificios	236
8.4.	Limitaciones según zona climática	248
8.5.	Cumplimiento del CTE HE	256



08

8.1

Conceptos generales

Aislar térmicamente un edificio es una necesidad por varios motivos: ahorrar energía, obtener confort térmico, evitar condensaciones y la presencia de moho, y reducir las emisiones de CO₂ asociadas al consumo energético. Para este fin es necesario lograr que sus elementos en contacto con el exterior o incluso entre locales de diferente uso, aumenten la resistencia al paso del calor.

El calor es una energía. Al poner en contacto dos cuerpos a distinta temperatura, el cuerpo que posee la denominada «energía calorífica» más elevada cede parte de esa energía al cuerpo que la tiene más reducida. Durante muchos años se creyó que este calor era un fluido que contenían los cuerpos y que pasaba de los más calientes a los más fríos hasta que ambos igualaban su temperatura. Pero los experimentos Joule echaron por tierra esta hipótesis llegando a deducir la equivalencia entre la unidad de calor o «caloría» y la de energía. Así pues, el calor no es más que una forma de la energía y, como tal, puede pasar fácilmente de unos cuerpos a otros sin destruirse ni crearse (principio de la conservación de la energía). Cuando un cuerpo absorbe calor no lo acumula, sino que lo transforma en otra clase de energía como la energía cinética de sus partículas, la energía eléctrica, el trabajo al dilatarse, etc. Por consiguiente, no es correcto decir que un cuerpo contiene calor.

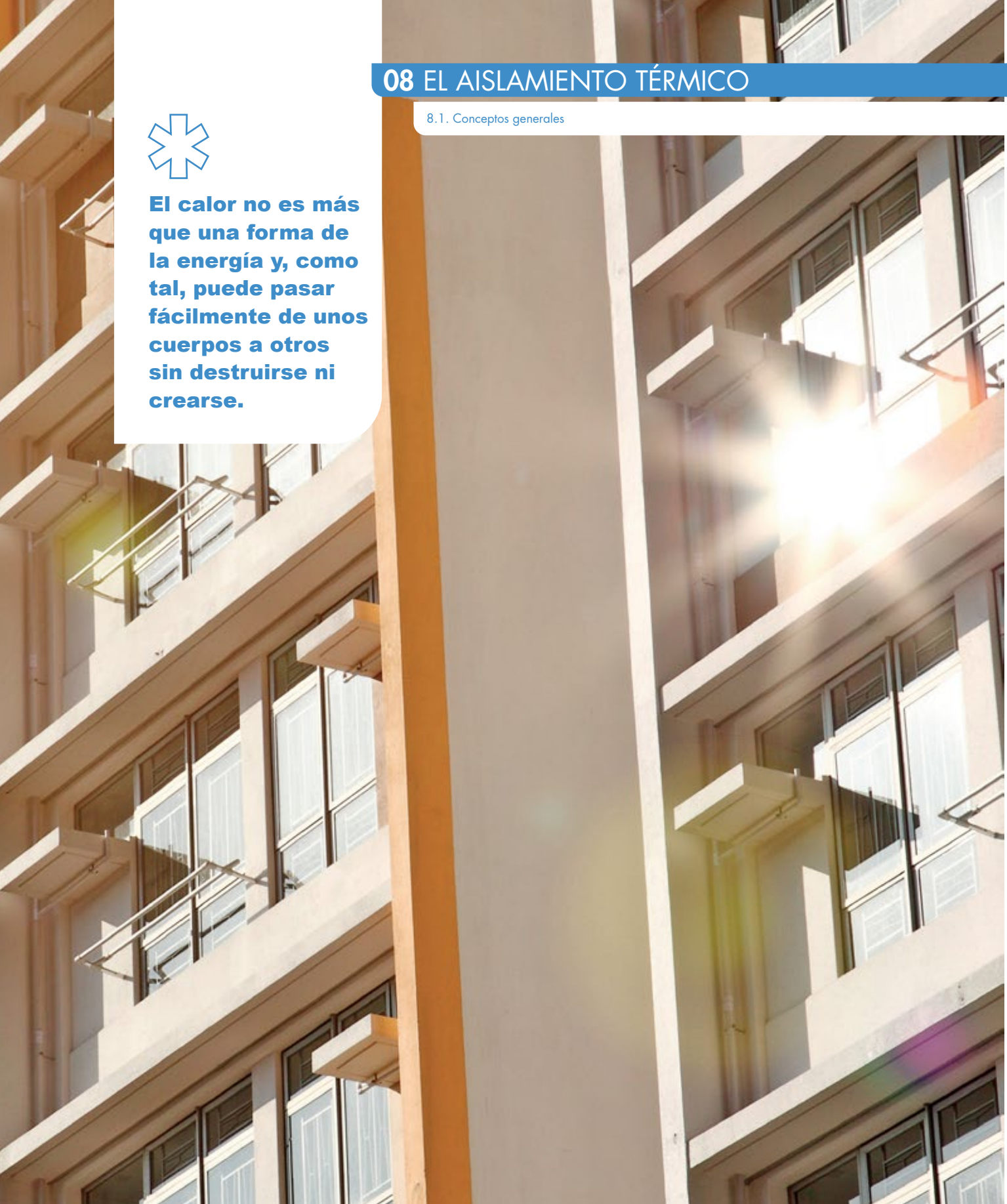
Cuando un cuerpo cede calor a otro sin que ninguno de ellos cambie de estado (sólido, líquido o gaseoso) y sin realizar trabajo alguno, el cuerpo que cede calor disminuye su temperatura mientras que el otro la eleva convirtiendo la energía calorífica en energía cinética en sus partículas. El primer cuerpo, en cambio, al ceder calor disminuye la energía de las partículas que lo constituyen.

08 EL AISLAMIENTO TÉRMICO

8.1. Conceptos generales



El calor no es más que una forma de la energía y, como tal, puede pasar fácilmente de unos cuerpos a otros sin destruirse ni crearse.



Unidades térmicas fundamentales

CALORÍA	Cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua de 14,5°C a 15,5°C en una atmósfera de presión. Una caloría equivale a 4,1855 Julios.
JULIO	Trabajo realizado por la fuerza de 1 Newton en un desplazamiento de 1 metro. El Julio es la unidad de energía.
VATIO O WATT (W)	Unidad de potencia del Sistema Internacional de Unidades, indica la tasa a la que se transfiere la energía y es el equivalente a 1 Julio por segundo (1 J/s).
GRADO KELVIN (K)	Unidad básica de temperatura en el Sistema Internacional de Unidades. En todas las unidades térmicas aparecerá esta unidad.
ΔK	Intervalo de temperatura expresado en Kelvin. Tiene el mismo valor del intervalo de temperatura expresado en Celsius (ΔC)



08 EL AISLAMIENTO TÉRMICO

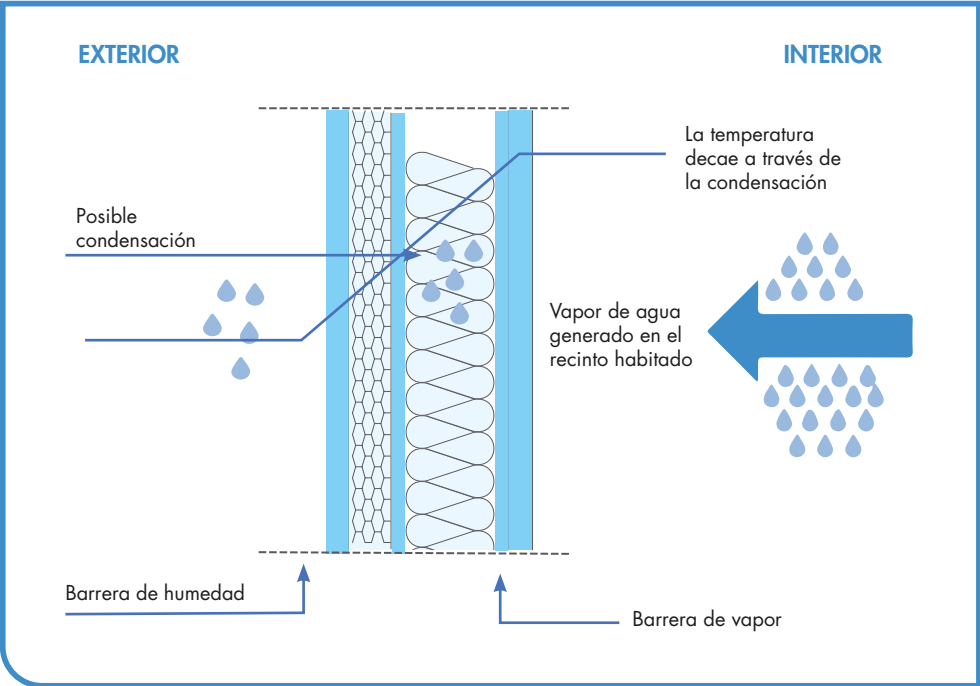
8.1. Conceptos generales

La presión de vapor del agua es la que ejerce ésta sobre si misma en estado gaseoso y líquido para una determinada temperatura estableciéndose un equilibrio dinámico. Esta situación se denomina presión de vapor de saturación. La temperatura modifica este equilibrio, precipitando el vapor de agua o secando una superficie mojada. Su unidad en Sistema Internacional es el Pascal (Pa) que equivale a un Newton por m_2 .

La **barrera de vapor** según el CTE HE/2 es aquella lámina que ofrece una gran resistencia al paso de vapor de agua, se mide en meganewtons por segundo por cada gramo (MN s/g) y según el DB HE/2 se considera como tal cuando su resistencia a la difusión del vapor de agua sea >10 MNs/g.

La barrera al vapor se suele instalar en la cara más caliente de la envolvente, y permite evitar que el vapor traspase desde el interior de un local al cerramiento, evitando así la posible creación de condensación, que puede deteriorar en el tiempo los materiales del cerramiento.





La **conductividad térmica** (λ) es una propiedad de los materiales que valora la capacidad de transmitir el calor a través de ellos. Es elevada en metales y baja en algunos materiales porosos tales como la lana de vidrio, lana de roca, o en las células de aire cerradas como los poliestirenos. Para que exista conducción térmica hace falta una sustancia, de ahí que esta es nula en el vacío ideal, y muy baja en el aire ocluido. Su unidad en el Sistema Internacional es $W/m \cdot K$ y se define como la cantidad de calor que pasa en un material a través de $1 m^2$ de su superficie y con un espesor de $1 m$ cuando la diferencia de temperaturas es de $1 ^\circ K$.

La **resistencia térmica (R)** es la inversa de la conductividad multiplicada por su espesor. En un material, es la capacidad de oponerse al paso del calor. Su valor se obtiene al dividir su espesor en el sentido del flujo en metros, por su conductividad en $W/m^2 \cdot K$. Su notación es R y su unidad en el sistema Internacional es $m^2 \cdot K/W$:

$$R = e/\lambda \quad (m^2 \cdot K/W)$$

Por lo general, la envolvente térmica de los edificios está compuesta por varias capas de materiales con distintos valores de conductividad y con distintos espesores. Para obtener el valor total del cerramiento se sumarán todas las resistencias térmicas de todas las capas del cerramiento, y las resistencias térmicas superficiales interiores y exteriores:

$$R_t = \sum R_i = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_{se} \quad (m^2 \cdot K/W)$$

El DB HE define que en los cerramientos verticales o con pendientes sobre una horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal, los valores R_{si} (resistencia térmica superficial interior) y R_{se} (resistencia térmica superficial exterior) serán de $0,13$ y $0,04$ respectivamente.

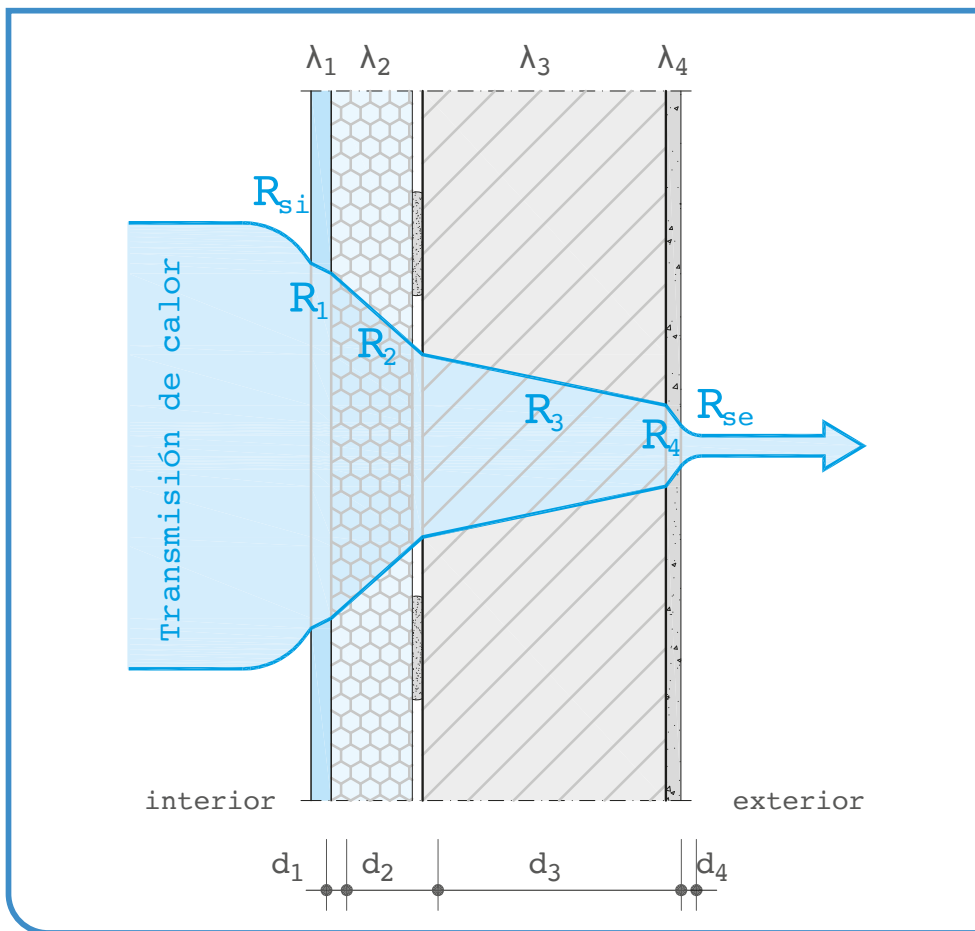
La **transmitancia térmica (U)** de un cerramiento es la característica que se usa comúnmente para el diseño de las soluciones constructivas y es la inversa de su resistencia térmica total (R_t). Su unidad es $W/m^2 \cdot K$. Cuanto menor sea el valor U de un cerramiento, menor será su pérdida de calor y mejor será su prestación aislante.



08 EL AISLAMIENTO TÉRMICO

8.1. Conceptos generales

Los cálculos desarrollados en este documento se basan en los valores de conductividad y resistencia térmica indicados en el Catálogo de Elementos Constructivos del CTE. Este catálogo está concebido como un instrumento de ayuda para el cumplimiento de las exigencias generales de diseño de los requisitos indicados en el CTE.



8.2

Valores de la conductividad y resistencia térmica

Seguidamente relacionamos los valores empleados en el estudio de las partes opacas de las fachadas, tales como los coeficientes de transmisión de los materiales y las resistencias térmicas de las fábricas una vez incorporados los morteros de agarre para la ejecución de las mismas. lo constituyen.

MATERIAL	λ W/m · K	R_t (m ² · K/ W)
Mortero de cemento o cal para revoco	1,30 – 0,70	
Guarnecidos y enlucidos de yeso	0,40 - 0,30	
Poliestireno Expandido (EPS)	0,039 - 0,029	
Poliestireno Expandido Elastificado (EEPS)	0,046 - 0,029	
Poliestireno Extruido (XPS)	0,039 - 0,029	
Lana mineral (MW)	0,050 - 0,031	
Espuma rígida de Poliuretano (PUR)	0,035 - 0,024	
Bovedillas y casetones de EPS mecanizados	0,043 - 0,033	
Placa de yeso laminado (PYL)	0,21-0,25	
Bovedillas y casetones de EPS mecanizado	0,046 – 0,033	
Bovedillas y casetones de EPS moldeado	0, 14	
Azulejo cerámico	1,30	
Bloque cerámico de arcilla aligerada 910	0,28	
Bovedilla o casetón cerámico 500	0,67	

08 EL AISLAMIENTO TÉRMICO

8.2. Valores de la conductividad y resistencia térmica





08 EL AISLAMIENTO TÉRMICO

8.2. Valores de la conductividad y resistencia térmica

MATERIAL	λ W/m · K	R_t (m ² · K/ W)
Plaqueta o baldosa cerámica	1,00	
Plaqueta o baldosa de gres	2,30	
Teja de arcilla cocida	1,00	
Teja cerámica-porcelana	1,30	
FÁBRICAS		
Ladrillo LH Sencillo		0,09
Ladrillo LH Doble		0,16
Ladrillo LH Triple		0,32
Ladrillo LH sencillo Gran Formato		0,18
Ladrillo LH doble Gran Formato		0,33
Ladrillo LH triple Gran Formato		0,48
½ pie Ladrillo LP		0,18 -0,23
1 pie Ladrillo LP		0,35-0,47
½ pie Ladrillo macizo LM		0,12
1 pie Ladrillo macizo LM		0,17
Bloque cerámico aligerado 240		0,32
Bloque de hormigón hueco A.L.		0,38 - 0,63
Bloque picón		0,23 -0,39

8.3

Envolvente térmica de los edificios

La envolvente térmica está compuesta por todos los cerramientos y particiones interiores incluyendo sus puentes térmicos, que delimitan todos los espacios habitables del edificio o parte del edificio (CTE 2019, Anejo C). No obstante, a criterio del proyectista:

- 1) Podrá incluirse alguno o la totalidad de los espacios no habitables.
- 2) Podrán excluirse espacios tales como:
 - a) Espacios habitables que vayan a permanecer no acondicionados durante toda la vida del edificio, tales como escaleras, ascensores o pasillos no acondicionados.
 - b) Espacios muy ventilados, con una ventilación permanente de, al menos, $10 \text{ dm}^3/\text{s}$ por m^2 de área útil de dicho espacio.
 - c) Espacios con grandes aberturas permanentes al exterior, de al menos $0,003 \text{ m}^2$ por m^2 de área útil de dicho espacio.

Los cerramientos y particiones interiores de los espacios habitables se clasifican según su situación en las siguientes categorías:

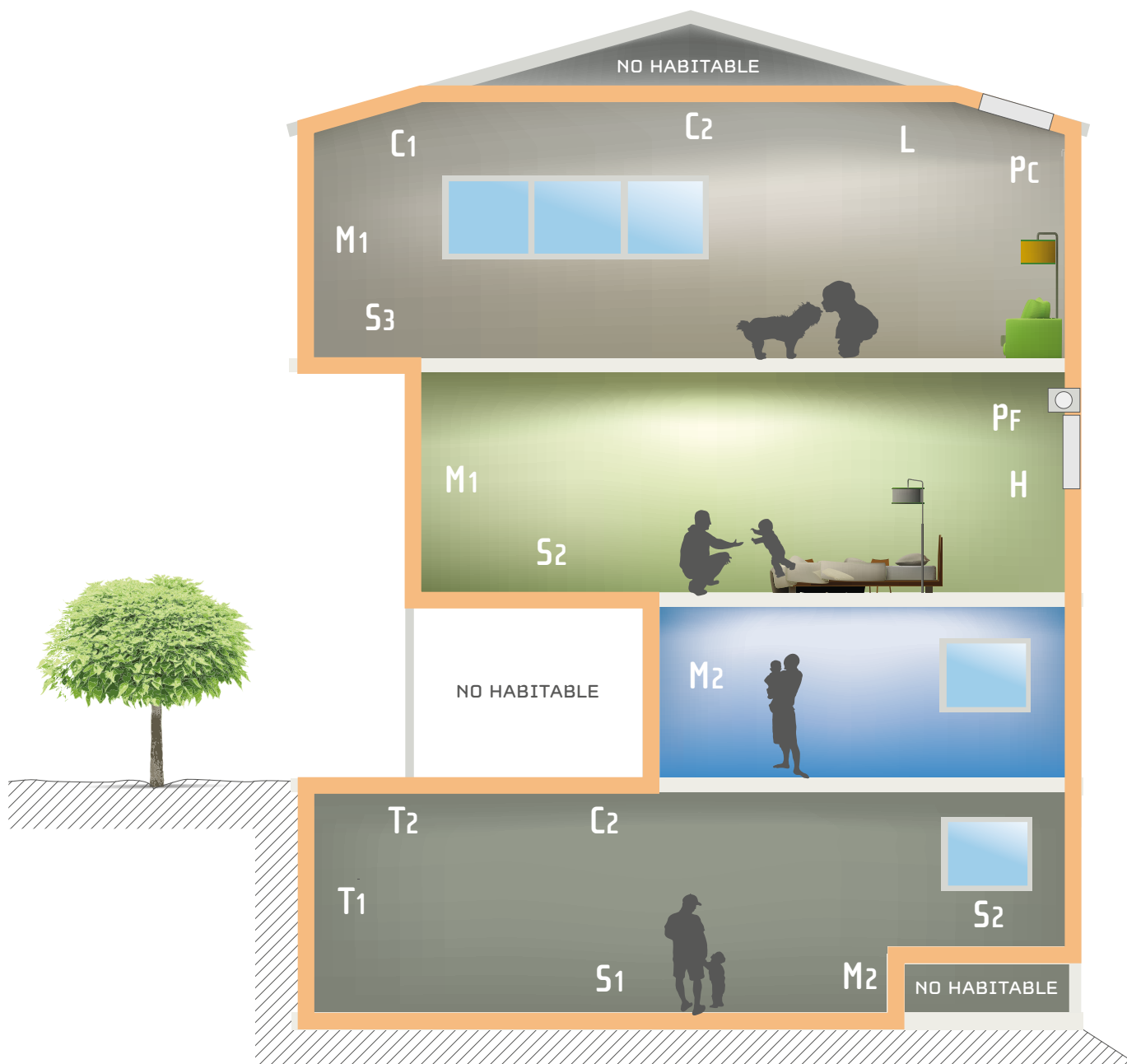
Fachadas

Comprenden los cerramientos exteriores en contacto con el aire cuya inclinación sea superior a 60° respecto a la horizontal. Se agrupan en 8 orientaciones según los sectores angulares regulados en el DB.

08 EL AISLAMIENTO TÉRMICO

8.3. Envoltorio térmico de los edificios





C1: Cubierta en contacto con el aire.

C2: Partición horizontal en contacto con NH superior.

L: Lucernario.

Pc: Puente térmico cubierta.

M1: Muro de fachada.

S3: Suelo en contacto con el aire.

S2: Partición horizontal en contacto con NH inferior.

H: Hueco.

Pf: Puente térmico fachada.

M2: Partición vertical en contacto con NH.

T2: Cubierta enterrada.

T1: Muro en contacto con el terreno.

S1: Suelo en contacto con el terreno.

Medianerías

Comprenden aquellos cerramientos que lindan con otros edificios ya construidos o que se construyan a la vez y que conformen una división común. Si el edificio se construye con posterioridad el cerramiento se considerará, a efectos térmicos, una fachada.

Cubiertas

Comprenden aquellos cerramientos superiores en contacto con el aire cuya inclinación es inferior a 60° respecto a la horizontal.

Suelos

Comprenden aquellos cerramientos inferiores horizontales o ligeramente inclinados que están en contacto con el aire, con el terreno, o con un espacio no habitable.

Cerramientos en contacto con el terreno.

Comprenden aquellos cerramientos distintos a los anteriores que están en contacto con el terreno.

Particiones interiores

Comprenden aquellos elementos constructivos horizontales o verticales que limitan entre los espacios habitables y los espacios no habitables.



Una rehabilitación óptima de la envolvente del edificio puede ser inicialmente costosa, pero si se mejora el balance energético reduciéndose el gasto de refrigeración o calefacción, la inversión será fácilmente amortizable.



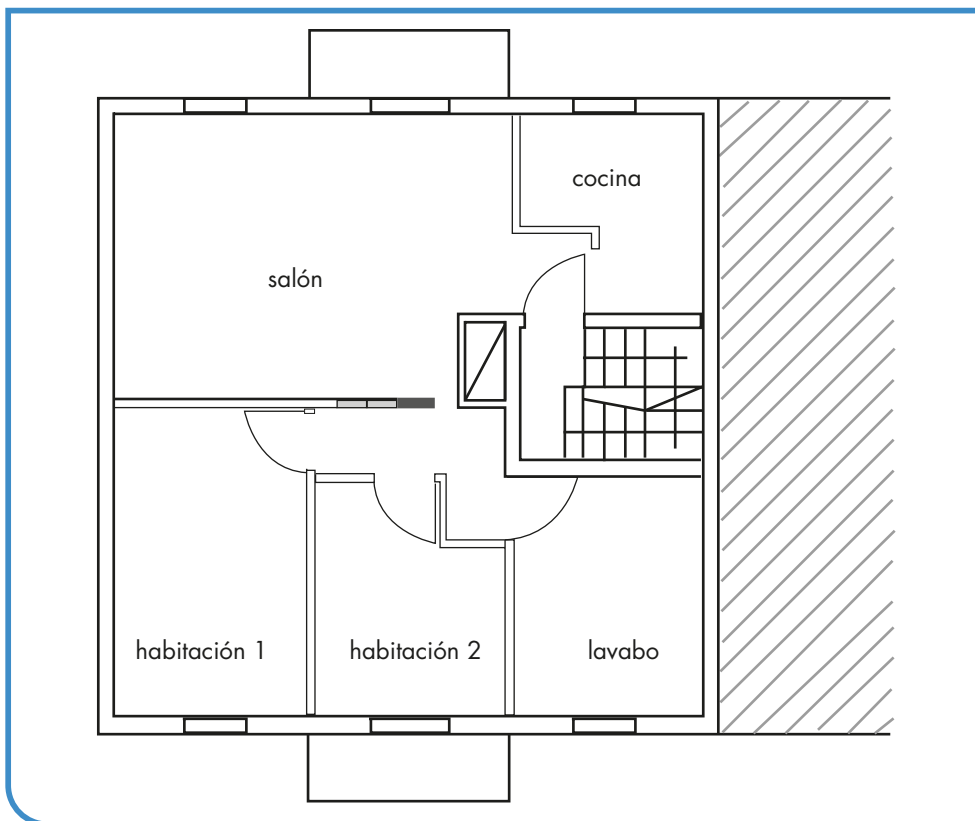
La envolvente del edificio es el primer parámetro de control ambiental puesto que regula el intercambio energético. La relación entre la eficiencia energética del edificio y el diseño de su envolvente es crítica. Debería diseñarse, por tanto, en función de las condiciones ambientales en las que se sitúe el edificio. El tratamiento de la envolvente que conforma físicamente el edificio es fundamental en su comportamiento climático. La permeabilidad y transparencia, e incluso el color y textura de su superficie son también elementos muy relevantes.

Una rehabilitación óptima de la envolvente del edificio puede ser inicialmente costosa, pero si se mejora el balance energético reduciéndose el gasto de refrigeración o calefacción, la inversión será fácilmente amortizable.

La mejora de la eficiencia energética global de un edificio no significa necesariamente una renovación total del edificio, sino que puede limitarse a aquellas partes que sean más importantes para la eficiencia energética del mismo y tengan una rentabilidad adecuada.

Si es factible, la envolvente deberá relacionarse con la orientación de la vivienda, respondiendo adecuadamente a los problemas diferentes en cada fachada. Tanto es así, que se tendría que considerar la eventual modificación de las estancias en función de su inadecuada situación inicial.

Como ejemplo, proponemos una rehabilitación pasiva de un bloque plurifamiliar construido en 1965 situado en el norte de España. El bloque tiene orientación Norte-Sur, es adosado a Este a otro edificio de igual altura, mientras su fachada Oeste es exterior.



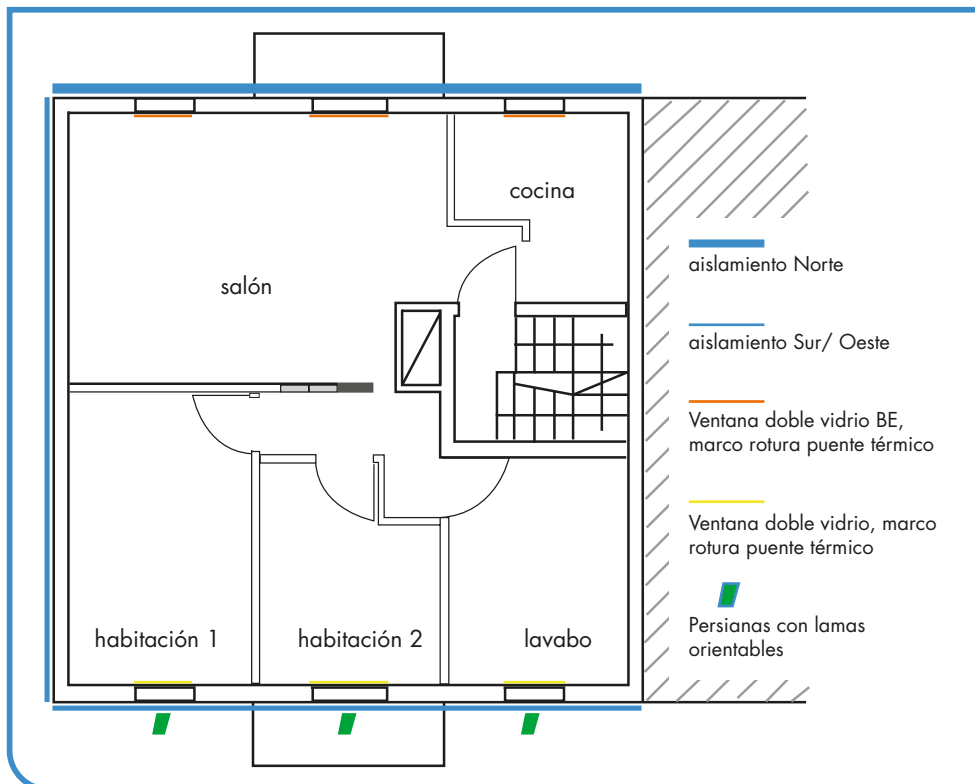
Al tratarse de un edificio construido antes de la primera normativa que contempló la eficiencia energética, su envolvente resulta poco prestante a nivel térmico, disponiendo de una fachada de doble ladrillo con cámara de aire no aislada y de ventanas con vidrio simple y marco sin rotura de puente térmico.

Se propone una solución de mejora de las prestaciones térmicas de la envolvente adaptada según la orientación de las fachadas y que incluye:

08 EL AISLAMIENTO TÉRMICO

8.3. Envolvente térmica de los edificios

- El aislamiento de las fachadas Norte, Oeste y Sur. La fachada Norte tendrá un grosor superior respecto a la fachada Oeste y a la fachada Sur, ya que no recibe radiación solar directa.
- El cambio de ventanas, con unas de doble vidrio a Sur y unas de doble vidrio bajo emisivo a Norte, ambas con marco con rotura de puente térmico.
- La instalación de persianas con lamas orientables en la fachada Sur, para reducir las ganancias internas en verano debidas a la radiación solar. Esta solución no es necesaria en la orientación Norte.





Es aconsejable dotar a los edificios de sistemas de protección de sus áreas transparentes con el objetivo de minimizar las oscilaciones de temperatura interior que un vidrio sin protección podría producir.

El uso de envolventes constituidas a partir de capas de materiales diferentes es una opción muy interesante ya que, debido a las características de cada una de ellas y a la variedad de posibilidades de colocación, proporcionan comportamientos térmicos diversos. Además, la posibilidad de incorporar cámaras de aire intermedias facilita el control energético. Las cámaras estancas proporcionan un mayor grado de aislamiento mientras que, si se permite su ventilación, se provoca un aumento del efecto de refrigeración en verano (fachadas ventiladas). Estas consideraciones son igualmente aplicables a las cubiertas.

Otro concepto a tener en cuenta es la permeabilidad al paso del aire de los paramentos exteriores. En las zonas templadas, en las que los parámetros climáticos pueden ser muy cambiantes a lo largo del año, se requiere cierta flexibilidad en las características de la envolvente de los edificios con el objeto de poder modificar su comportamiento térmico. Por esta razón, se deben incorporar los elementos necesarios capaces de modificar el grado de soleo, aislamiento o ventilación, obteniendo así el máximo de prestaciones en cualquier época del año.

La transparencia de la envolvente actúa directamente sobre el grado de soleo y las pérdidas energéticas del edificio, así como en el grado de iluminación natural. Una buena radiación solar es muy positiva para la calefacción pasiva de las construcciones, pero deben ponderarse también las pérdidas caloríficas a través de las ventanas en las horas en las que esta radiación no existe, así como las ganancias excesivas que pueden producir sobrecalentamientos. Siempre es aconsejable dotar a los edificios de sistemas de protección de sus áreas transparentes con el objetivo de minimizar las oscilaciones de temperatura interior que un vidrio sin protección podría producir.

Un cuerpo es transparente cuando transmite la mayor parte de la radiación visible que recibe, pero tendrá color si la refleja. En los cuerpos opacos de color blanco se refleja la mayor parte de la radiación que recibe; por el contrario, en los de color oscuro, se absorbe la mayor parte de la energía incidente.

Si tenemos en cuenta que la radiación solar absorbida por un cuerpo se convierte inmediatamente en energía térmica, deduciremos la importancia que el color de acabado tiene en las superficies expuestas a la radiación solar.



Ya mencionamos en el capítulo 3.7 que en los climas cálidos, para reducir al mínimo la absorción de radiación solar es aconsejable que las fachadas más soleadas y las cubiertas sean de color claro. Esto ayudará a reducir la carga de refrigeración en verano ya que los colores claros absorben menos energía que los oscuros. Por el contrario, en los climas fríos, son aconsejables colores oscuros para los acabados exteriores.

En la rehabilitación de fachadas por el exterior, además, se tendrá en cuenta el grado de rugosidad de la envolvente del edificio ya que este factor también actúa, aunque en menor medida, en su comportamiento climático. En general, las fachadas de textura rugosa son más frías que las completamente lisas. Esto es debido a que parte de su superficie está en la sombra, de modo que la radiación solar recibida es menor al mismo tiempo que aumenta el intercambio por convección entre la superficie y el aire exterior.

La radiación solar que incide sobre un cuerpo puede seguir tres caminos: reflejarse, ser absorbida por el material o transmitirse a través de él. El tipo de energía reflejada provoca la percepción del color, la absorbida nos permite su almacenamiento, y la transmitida nos facilita su captación en el interior del edificio.

La limitación del consumo de energía primaria total y no renovable está tabulada según las diferentes zonas climáticas en el CTE 2019 DB- HE0. Esta limitación, entre otros factores, está relacionada directamente con el aislamiento térmico de los elementos constructivos que envuelven el edificio.

Así pues, en función de la zona climática donde esté ubicado el edificio se establecen los aislamientos mínimos y más concretamente las transmitancias máximas admitidas por ley. Estos valores se exigen básicamente para evitar descompensaciones térmicas importantes en el edificio (ver punto 8.4).

En este documento nos centraremos en el estudio de la envolvente térmica de los edificios en sus partes opacas que es donde Knauf puede dar soluciones contrastadas.

8.4

Limitaciones según zona climática

Con la nueva versión del CTE del año 2019 se ha introducido un cambio de enfoque en cuanto a las condiciones para el control de la demanda energética, ya que en anteriores versiones se enfocaba únicamente a la transmitancia, mientras que el nuevo CTE considera además otros aspectos:

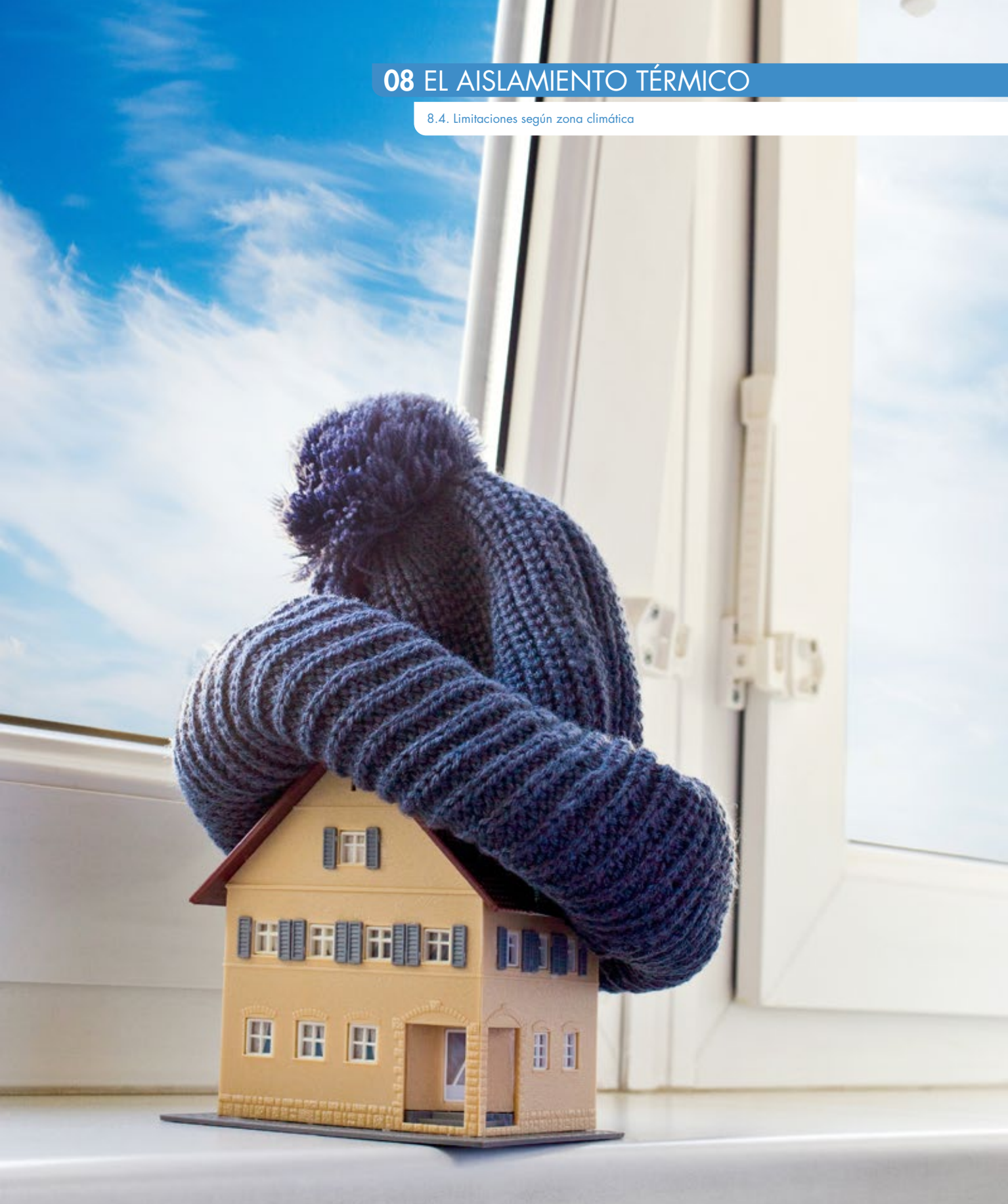
- El coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K) del edificio. Este valor se calcula en función de la zona climática y también tiene en cuenta la compacidad del edificio.
- El control solar de la envolvente térmica (q_{solar}).
- La permeabilidad al aire de la envolvente térmica (n_{50}).
- La limitación de descompensaciones.
- La limitación de condensaciones.

El objetivo es el de conseguir edificios con una demanda muy baja de energía, a partir de un buen comportamiento bioclimático y del control de la calidad de la envolvente mediante los tres nuevos parámetros: la transmitancia térmica global (K) (que responde a la transmisión de la energía por conducción), el control solar (que responde a la transmisión de la energía por radiación) y la permeabilidad del edificio (que responde a la transmisión de la energía por convección).

Con este cambio de enfoque del CTE 2019 respecto a las versiones anteriores, aunque el objetivo primario sea la reducción de la demanda energética, desaparece el requerimiento

08 EL AISLAMIENTO TÉRMICO

8.4. Limitaciones según zona climática



de limitación para este indicador, y la evaluación energética del edificio se basa sobre dos características principales:

- El consumo de energía primaria total ($C_{ep,tot}$), para la valoración de las necesidades de energía del edificio.
- Los tres parámetros anteriormente citados (transmitancia térmica global (K), control solar (q_{sol}) y la permeabilidad (n_{50}), para la evaluación de la calidad de la envolvente.

El DB HE discrimina las zonas opacas de las fachadas de las aberturas. La verificación de esta exigencia también incluye los cerramientos que delimitan las zonas calefactadas del edificio de las que no lo son, como las medianeras no edificadas, los muros en contacto con el terreno, las paredes en la caja de escaleras, cajas de ascensor, patinejos, etc.

08 EL AISLAMIENTO TÉRMICO

8.4. Limitaciones según zona climática

Valores límite de transmitancia térmica, U_{lim} [$W/m^2 \cdot K$] Tabla 3.1.1.a - CTE HE1 2019

ELEMENTO	ZONA CLIMÁTICA DE INVIERNO					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U_s, U_M)	0,80	0,70	0,56	0,49	0,41	0,37
Cubiertas en contacto con el aire exterior (U_c)	0,55	0,50	0,44	0,40	0,35	0,33
Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno (U_T) Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica (U_{MD})	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,59
Hueco (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) (U_H)*	3,2	2,7	2,3	2,1	1,8	1,8
Puertas con superficie semitransparente igual o inferior al 50%	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7

* Los huecos con uso de escaparate en *unidades de uso* con actividad comercial pueden incrementar el valor de U_H en un 50%.

En el caso de reformas en **edificios existentes**, el valor límite (U_{lim}) de la Tabla 3.1.1.a - HE1 será de aplicación únicamente a aquellos elementos de la envolvente térmica:

- a) que se sustituyan, incorporen, o modifiquen sustancialmente;
- b) que vean modificadas sus condiciones interiores o exteriores como resultado de la intervención, cuando estas supongan un incremento de las necesidades energéticas del edificio.

Asimismo, en reformas se podrán superar los valores de la Tabla 3.1.1.a - HE1 cuando el coeficiente global de transmisión de calor (K) obtenido considerando la transmitancia térmica final de los elementos afectados no supere el obtenido aplicando los valores de la tabla.

Uso residencial privado:

El coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K) del edificio, o parte del mismo, con uso residencial privado, no superará el valor límite (K_{lim}) obtenido de la Tabla 3.1.1.b - HE1:

TABLA 3.1.1.b - HE1. Valor límite K_{lim} [$W/m^2 \cdot K$] para uso residencial privado

	COMPACIDAD V/A [m^3/m^2]	ZONA CLIMÁTICA DE INVIERNO					
		α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos y ampliaciones	$V/A \leq 1$	0,67	0,60	0,58	0,53	0,48	0,43
	$V/A \geq 4$	0,86	0,80	0,77	0,72	0,67	0,62
Cambios de uso.	$V/A \leq 1$	1,00	0,87	0,83	0,73	0,63	0,54
Reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la <i>envolvente térmica</i> final del edificio	$V/A \geq 4$	1,07	0,94	0,90	0,81	0,70	0,62

Los valores límite de las compacidades intermedias ($1 < V/A < 4$) se obtienen por interpolación.

En el caso de ampliaciones los valores límite se aplicarán sólo en caso de que la superficie o el volumen construido se incrementen más del 10%.

Otros usos:

El coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K) del edificio, o parte del mismo, con uso distinto al residencial privado no superará el valor límite (K_{lim}) obtenido de la Tabla 3.1.1.c - HE1:

TABLA 3.1.1.c - HE1. Valor límite K_{lim} [$W/m^2 \cdot K$] para uso distinto del residencial privado

	COMPACIDAD V/A [m^3/m^2]	ZONA CLIMÁTICA DE INVIERNO					
		α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos. Ampliaciones. Cambios de uso.	$V/A \leq 1$	0,96	0,81	0,76	0,65	0,54	0,43
Reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la <i>envolvente térmica</i> final del edificio	$V/A \geq 4$	1,12	0,98	0,92	0,82	0,70	0,59

Los valores límite de las compacidades intermedias ($1 < V/A < 4$) se obtienen por interpolación.

En el caso de ampliaciones los valores límite se aplicarán sólo en caso de que la superficie o el volumen construido se incrementen más del 10%.

Las unidades de uso con actividad comercial cuya compacidad V/A sea mayor que 5 se eximen del cumplimiento de los valores de esta tabla.

A modo de aclaración, se resumen los criterios y exigencias del CTE 2019 DB HE1 en la siguiente tabla:

TIPO DE EDIFICIO	ACTUACIÓN	RESIDENCIAL PRIVADO	OTROS USOS
Obra nueva	En todos los casos (ver excepciones)	U_{lim} (Tabla 3.1.1.a - HE1) K_{lim} (Tabla 3.1.1.b - HE1)	U_{lim} (Tabla 3.1.1.a - HE1) K_{lim} (Tabla 3.1.1.c - HE1)
Edificios existentes	Ampliación	U_{lim} (Tabla 3.1.1.a - HE1) K_{lim} (Tabla 3.1.1.b - HE1) En el caso de ampliaciones los valores límite K_{lim} se aplicarán sólo en caso de que la superficie o el volumen construido se incrementen más del 10%.	U_{lim} (Tabla 3.1.1.a - HE1) K_{lim} (Tabla 3.1.1.c - HE1) En el caso de ampliaciones los valores límite K_{lim} se aplicarán sólo en caso de que la superficie o el volumen construido se incrementen más del 10%.
	Cambio de uso	U_{lim} (Tabla 3.1.1.a - HE1) K_{lim} (Tabla 3.1.1.b - HE1)	U_{lim} (Tabla 3.1.1.a - HE1) K_{lim} (Tabla 3.1.1.c - HE1)

08 EL AISLAMIENTO TÉRMICO

8.4. Limitaciones según zona climática

A modo de aclaración, se resumen los criterios y exigencias del CTE 2019 DB HE1 en la siguiente tabla:

TIPO DE EDIFICIO	ACTUACIÓN	RESIDENCIAL PRIVADO	OTROS USOS
Edificios existentes	Reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio	U_{lim} (Tabla 3.1.1.a - HE1) K_{lim} (Tabla 3.1.1.b - HE1)	U_{lim} (Tabla 3.1.1.a - HE1) K_{lim} (Tabla 3.1.1.c - HE1)
		<p>El valor límite (U_{lim}) de la Tabla 3.1.1.a - HE1 será de aplicación únicamente a aquellos elementos de la envolvente térmica: a) que se sustituyan, incorporen, o modifiquen sustancialmente; b) que vean modificadas sus condiciones interiores o exteriores como resultado de la intervención, cuando estas supongan un incremento de las necesidades energéticas del edificio.</p> <p>En reformas se podrán superar los valores de la Tabla 3.1.1.a - HE1 cuando el coeficiente global de transmisión de calor (K) obtenido considerando la transmitancia térmica final de los elementos afectados no supere el obtenido aplicando los valores de la tabla.</p>	<p>El valor límite (U_{lim}) de la Tabla 3.1.1.a - HE1 será de aplicación únicamente a aquellos elementos de la envolvente térmica: a) que se sustituyan, incorporen, o modifiquen sustancialmente; b) que vean modificadas sus condiciones interiores o exteriores como resultado de la intervención, cuando estas supongan un incremento de las necesidades energéticas del edificio.</p> <p>En reformas se podrán superar los valores de la Tabla 3.1.1.a - HE1 cuando el coeficiente global de transmisión de calor (K) obtenido considerando la transmitancia térmica final de los elementos afectados no supere el obtenido aplicando los valores de la tabla.</p>

Excepciones: a) los edificios protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico, en la medida en que el cumplimiento de determinadas exigencias básicas de eficiencia energética pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto, siendo la autoridad que dicta la protección oficial quien determine los elementos inalterables; b) construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años; c) edificios industriales, de la defensa y agrícolas no residenciales, o partes de los mismos, de baja demanda energética. Aquellas zonas que no requieran garantizar unas condiciones térmicas de confort, como las destinadas a talleres y procesos industriales, se considerarán de baja demanda energética; d) edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m²

8.5

Cumplimiento del CTE HE: valores orientativos

En su versión anterior, el CTE incluía un requerimiento de limitación de la demanda energética y, en el caso de edificios no residenciales, la demanda del edificio objeto de diseño tenía que ser inferior a la de un edificio de referencia de igual características y para el cual se indicaban unos valores orientativos para el diseño de las soluciones constructivas. Con el nuevo CTE de 2019 el planteamiento es distinto, ya que, aunque marca unas condiciones mínimas que la envolvente térmica del edificio, o parte del mismo, debe cumplir (U_{lim} y K_{lim}), ya no existe el requerimiento de limitación de la demanda energética ni de compararla con el de un edificio de referencia.

Como se ha descrito en el punto anterior, la tabla 3.1.1.a del nuevo CTE detalla los valores límite de transmitancia térmica (U_{lim}) para los distintos elementos de la envolvente según la zona climática. Por otro lado, el nuevo CTE en su anejo E da los valores orientativos de transmitancia térmica (tabla 3.1.1.a) que se aconseja que tengan los elementos constructivos individuales de edificios nuevos o intervenciones sobre edificios existentes que afecten a más del 25% de la envolvente, para poder cumplir con los límites de transmitancia térmica global (K), definidos en las tablas 3.1.1.b y 3.1.1.c.

En la guía de aplicación del CTE DB HE 2019 se plantean las diferentes tablas de la transmitancia térmica con su correspondencia con los espesores orientativos de aislamiento térmico en base a las soluciones constructivas estándares siguientes (de exterior a interior), tanto para edificios existentes como para nueva edificación.

08 EL AISLAMIENTO TÉRMICO

8.5. Cumplimiento del CTE HE: valores orientativos



Soluciones constructivas estándar

MUROS	CUBIERTAS	SUELOS
Mortero cemento	Plaqueta cerámica	Plaqueta cerámica
Ladrillo perforado	Mortero cemento	Mortero cemento
Aislante ($\lambda = 0,032 \text{ W/m}^2$)	Aislante ($\lambda = 0,032 \text{ W/m}^2$)	Aislante ($\lambda = 0,032 \text{ W/m}^2$)
Ladrillo hueco doble	Hormigón áridos ligeros	Solera hormigón armado
Enlucido de yeso	Forjado cerámico	

Tabla para intervenciones en edificación existente:

TABLA 3.1.1.a - HE1. Valores límite de transmitancia térmica, U_{lim} [$\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$]

ELEMENTO	ZONA CLIMÁTICA DE INVIERNO					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U_s, U_M)	0,80	0,70	0,56	0,49	0,41	0,37
cm de aislamiento	2,5	3	4	5	6,5	7
Cubiertas en contacto con el aire exterior (U_C)	0,55	0,50	0,44	0,40	0,35	0,33
cm de aislamiento	5	5,5	6,5	7	8	8,5
Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno (U_T) Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica (U_{MD})	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,59
cm de aislamiento	1,5	2	2,5	2,5	3	3,5

08 EL AISLAMIENTO TÉRMICO

8.5. Cumplimiento del CTE HE: valores orientativos

ELEMENTO	ZONA CLIMÁTICA DE INVIERNO					
	α	A	B	C	D	E
Hueco (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) (U_H)*	3,2	2,7	2,3	2,1	1,8	1,80
composición de cristal y carpintería metálica, sin cajón de persiana	4/16/6 SinRPT	BE4/8/6 SinRPT	BE4/8/6 RPT	BE4/10/6 RPT	BE4/20/6 RPT	BE4/20/6 RPT
Puertas con superficie semi-transparente igual o inferior al 50%				5,7		

*Los huecos con uso de escaparate en *unidades de uso* con actividad comercial pueden incrementar el valor de U_H en un 50%.

FUENTE: Guía de aplicación DBHE 2019

Tabla orientativa para edificación nueva o intervenciones en la globalidad del edificio:

TABLA a - Anejo E.

Transmitancia térmica del elemento orientativa para cumplimiento de la K, U [$W/m^2 \cdot K$]

ELEMENTO	ZONA CLIMÁTICA DE INVIERNO					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U_s, U_M)	0,56	0,50	0,38	0,29	0,27	0,23
cm de aislamiento	4	5	7	9,5	10,5	12,5
Cubiertas en contacto con el aire exterior (U_C)	0,50	0,44	0,33	0,23	0,22	0,19
cm de aislamiento	5,5	6	8,5	13	13,5	16

Tabla orientativa para edificación nueva o intervenciones en la globalidad del edificio:

TABLA a - Anejo E.

Transmitancia térmica del elemento orientativa para cumplimiento de la K, U [W/m² ·K]

ELEMENTO	ZONA CLIMÁTICA DE INVIERNO					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U_s, U_M)	0,56	0,50	0,38	0,29	0,27	0,23
cm de aislamiento	4	5	7	9,5	10,5	12,5
Cubiertas en contacto con el aire exterior (U_c)	0,50	0,44	0,33	0,23	0,22	0,19
cm de aislamiento	5,5	6	8,5	13	13,5	16

FUENTE: Guía de aplicación DBHE 2019



08 EL AISLAMIENTO TÉRMICO

8.5. Cumplimiento del CTE HE: valores orientativos

ELEMENTO	ZONA CLIMÁTICA DE INVIERNO					
	α	A	B	C	D	E
Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno (U_T) Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica (U_{MD})	0,90	0,80	0,69	0,48	0,48	0,48
cm de aislamiento	2	2	3	5	5	5
Hueco (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) (U_H)	2,7	2,7	2,0	2,0	1,6	1,5
com posición de cristal y carpintería metálica, sin cajón de persiana	BE4/8/6 SinRPT	BE4/8/6 SinRPT	BE4/10/6 RPT	BE4/10/6 RPT	BE4/12Ar/6 RPT	BE4/14Ar/6 RPT

Comparativa de espesor de aislamientos entre Tabla 3.1.1.a - HE1 y Tabla a - Anejo E [cm]:

MUROS Y SUELOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR (U_s, U_M)	ZONA CLIMÁTICA DE INVIERNO					
	α	A	B	C	D	E
Edificios existentes (Tabla 3.1.1.a - H1) [cm]	2,5	3	4	5	6,5	7
Edificios nuevos (Tabla a – Anejo E orientativa [cm]	4	5	7	9,5	10,5	12,5

CUBIERTAS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR (U_c)	ZONA CLIMÁTICA DE INVIERNO					
	α	A	B	C	D	E
Edificios existentes (Tabla 3.1.1.a - H1) [cm]	5	5,5	6,5	7	8	8,5
Edificios nuevos (Tabla a – Anejo E orientativa [cm]	5,5	6	8,5	13	13,5	16

MUROS, SUELOS Y CUBIERTAS EN CONTACTO CON ESPACIOS NO HABITABLES O CON EL TERRENO (U_i) MEDIANERÍAS O PARTICIONES INTERIORES PERTENECIENTES A LA ENVOLVENTE TÉRMICA (U_{MD})	ZONA CLIMÁTICA DE INVIERNO					
	α	A	B	C	D	E
Edificios existentes (Tabla 3.1.1.a - H1) [cm]	1,5	2	2,5	2,5	3	3,5
Edificios nuevos (Tabla a – Anejo E orientativa [cm]	2	2	3	5	5	5

Fuente: Guía de aplicación DBHE 2019

HUECO (CONJUNTO DE MARCO, VIDRIO Y, EN SU CASO, CAJÓN DE PERSIANA) (U_H)	ZONA CLIMÁTICA DE INVIERNO					
	α	A	B	C	D	E
Edificios existentes (Tabla 3.1.1.a - H1) [cm]	4/16/6 SinRPT	BE4/8/6 SinRPT	BE4/8/6 RPT	BE4/10/6 RPT	BE4/20/6 RPT	BE4/20/6 RPT
Edificios nuevos (Tabla a – Anejo E orientativa [cm]	BE4/8/6 SinRPT	BE4/8/6 SinRPT	BE4/10/6 RPT	BE4/10/6 RPT	BE4/12Ar/6 RPT	BE4/14Ar/6 RPT

Fuente: Guía de aplicación DBHE 2019

08 EL AISLAMIENTO TÉRMICO

8.5. Cumplimiento del CTE HE: valores orientativos





SOLUCIONES Knauf

9.1.	Soluciones Knauf en fachadas	266
9.2.	Soluciones Knauf en cubiertas	295
9.3.	Elementos de separación horizontal	320
9.4.	Los sistemas Knauf en la rehabilitación total de la envolvente térmica	334
9.5.	Puentes térmicos	336



Soluciones Knauf en fachadas

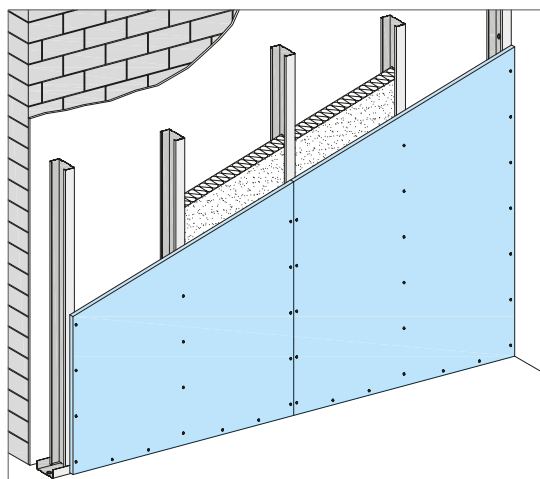
Trasdosados empleados en el estudio

TIPO 1 : Autoportante

Está formado por perfiles verticales (montantes) con una separación máxima de 60 cm, que se encajan dentro de los perfiles horizontales (canales), fijados al techo y suelo. A un lado de ellos se atornilla una placa Knauf Estándar (Tipo A) de 15 mm de espesor con tornillos TN 35. Los perfiles perimetrales llevan una banda acústica en su dorso.

La cámara de aire se rellena con lana mineral de 50 mm y el tratamiento de juntas se realiza con pasta de juntas y cinta.

TIPO 1: Sistema Knauf W625.es



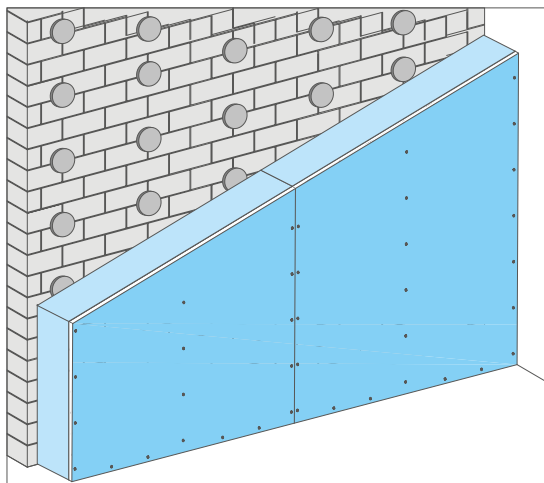
TIPO 2 : Directo

Está formado por placa Knauf POLYPLAC EPS 10+ 40 A.L de poliestireno expandido de 40 mm con lámina de aluminio en el dorso de la placa transformada de 9,5 mm.

Su fijación se realiza por medio de pelladas de pasta de agarre Perlfix separadas en el perímetro cada 25 cm y en la zona central cada 40 cm. Tratamiento de juntas con pasta y cinta según el tipo de acabado previsto.

El tratamiento de juntas se realiza con pasta de juntas y cinta.

TIPO 2: Sistema Knauf W631.es



En los ejemplos estudiados, se toma como referencia una rehabilitación donde se modifica sustancialmente algún elemento de la envolvente, para ello se deberá cumplir con la tabla 3.1.1.a del CTE HE1 para uso residencial privado. Con la intervención de los sistemas Knauf se va mucho más allá de los indicados en esta tabla. Además, a modo indicativo, se ha tomado como referencia el apéndice E del CTE HE1, que aporta unos valores orientativos para la envolvente térmica para el predimensionado de soluciones constructivas en uso residencial privado, para cumplir con las condiciones establecidas para el coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente (K).

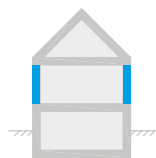
El estudio de todas las fachadas se ha realizado siguiendo el procedimiento indicado en el CTE DB HE-1 en los valores indicados en el Catálogo de Elementos Constructivos redactado por Instituto Eduardo Torroja.

9.1.1. Rehabilitación interior

Rehabilitación térmica de fachadas por el interior

REFORMA POR EL INTERIOR

ZONAS CLIMÁTICAS



Fabrica de ladrillo hueco triple con trasdosado de ladrillo hueco sencillo y con aislamiento en la cámara

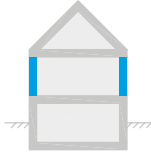
Reforma interior con trasdosado [Knauf W62.es](http://KnaufW62.es)

SIN REFORMA		Espesor (mm)
<p>Fachada existente</p>	1. Revestimiento mortero	15
	2. Ladrillo hueco triple	110
	3. Poliestireno expandido 0,035 W/mK	30
	4. Cámara de aire no ventilada	20
	5. Ladrillo hueco sencillo	40
	6. Enlucido de yeso	15

Zona climática	Cumplimiento DBHE Anejo E	Transmitancia U (W/m²K)
α	No cumple	0,632
A	No cumple	
B	No cumple	
C	No cumple	
D	No cumple	
E	No cumple	

CON REFORMA KNAUF		Espesor (mm)
<p>SISTEMA KNAUF W62</p>	1. Revestimiento mortero	15
	2. Ladrillo hueco triple	110
	3. Poliestireno expandido	30
	4. Cámara de aire no ventilada	20
	5. Ladrillo hueco sencillo	40
	6. Enlucido de yeso	15
	7. Lana mineral 0,037 W/mK	e
	8. Placa de yeso Knauf Standard 15A	15

Zona climática	Espesor "e" aislamiento DBHE	Transmitancia U (W/m²K)
α	50	0,333
A	50	0,333
B	50	0,333
C	70	0,282
D	90	0,245
E	50+50	0,230



Fabrica de ladrillo caravista con trasdosado de ladrillo hueco doble y con aislamiento en la cámara

Reforma interior con trasdosado Knauf W62.es

SIN REFORMA		Espesor (mm)
<p>Fachada existente</p>	1. 1/2 Pie Ladrillo caravista	115
	2. Enfoscado mortero	15
	3. Poliestireno expandido 0,035 W/mK	30
	4. Cámara de aire no ventilada	20
	5. Ladrillo hueco doble	70
	6. Enlucido de yeso	15

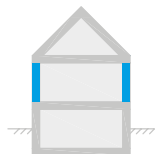
Zona climática	Cumplimiento DBHE Anejo E	Transmitancia U (W/m²K)
α	No cumple	0,614
A	No cumple	
B	No cumple	
C	No cumple	
D	No cumple	
E	No cumple	

CON REFORMA KNAUF		Espesor (mm)
<p>SISTEMA KNAUF W62</p>	1. 1/2 Pie Ladrillo caravista	115
	2. Enfoscado mortero	15
	3. Poliestireno expandido 0,035W/mK	30
	4. Cámara de aire no ventilada	20
	5. Ladrillo hueco doble	70
	6. Enlucido de yeso	15
	7. Lana mineral 0,037 W/mK	e
	8. Placa de yeso Knauf Standard 15A	15

Zona climática	Espesor "e" aislamiento DBHE	Transmitancia U (W/m²K)
α	50	0,328
A	50	0,328
B	50	0,328
C	70	0,278
D	90	0,242
E	50+50	0,227

REFORMA POR EL INTERIOR

ZONAS CLIMÁTICAS



Fabrica de bloque de hormigón con trasdosado de ladrillo hueco sencillo y con aislamiento en la cámara

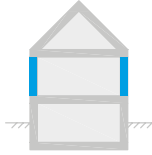
Reforma interior con trasdosado Knauf W62.es

SIN REFORMA	Espesor (mm)
<p>Fachada existente</p>	<ol style="list-style-type: none"> Bloque de hormigón hueco áridos densos 140 Enfoscado mortero 15 Poliestireno expandido 0,035W/mK 30 Cámara de aire no ventilada 20 Ladrillo hueco sencillo 40 Enlucido de yeso 15

Zona climática	Cumplimiento DBHE Anejo E	Transmitancia U (W/m²K)
α	No cumple	0,650
A	No cumple	
B	No cumple	
C	No cumple	
D	No cumple	
E	No cumple	

CON REFORMA KNAUF	Espesor (mm)
<p>SISTEMA KNAUF W62</p>	<ol style="list-style-type: none"> Bloque de hormigón hueco áridos densos 140 Enfoscado mortero 15 Poliestireno expandido 0,035 W/mK 30 Cámara de aire no ventilada 20 Ladrillo hueco sencillo 40 Enlucido de yeso 15 Lana mineral 0,037 W/mK e Placa de yeso Knauf Standard 15A 15

Zona climática	Espesor "e" aislamiento DBHE	Transmitancia U (W/m²K)
α	50	0,338
A	50	0,338
B	50	0,338
C	70	0,286
D	90	0,247
E	50+50	0,230



Fábrica de ladrillo macizo

Reforma interior con trasdosado Knauf W62.es

SIN REFORMA	Espesor (mm)
<p>Fachada existente</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pie ladrillo macizo 2. Enlucido de yeso 	<p>240</p> <p>15</p>

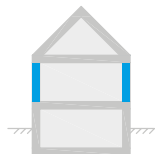
Zona climática	Cumplimiento DBHE Anejo E	Transmitancia U (W/m²K)
α	No cumple	3,13
A	No cumple	
B	No cumple	
C	No cumple	
D	No cumple	
E	No cumple	

CON REFORMA KNAUF	Espesor (mm)
<p>SISTEMA KNAUF W62</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pie ladrillo macizo 2. Enlucido de yeso 3. Cámara de aire no ventilada 4. Lana mineral 0,037 W/mK 5. Placa de yeso Knauf Standard 15A 	<p>240</p> <p>15</p> <p>10</p> <p>e</p> <p>15</p>

Zona climática	Espesor "e" aislamiento DBHE	Transmitancia U (W/m²K)
α	50	0,520
A	70	0,411
B	90	0,336
C	50+60	0,285
D	50+70	0,264
E	50+90	0,230

REFORMA POR EL INTERIOR

ZONAS CLIMÁTICAS



Pantalla de hormigón armado Reforma interior con trasdosado Knauf W62.es

SIN REFORMA	Espesor (mm)
<p>Fachada existente</p>	<ol style="list-style-type: none"> Pantalla de hormigón 200 Enfoscado mortero 15

Zona climática	Cumplimiento DBHE Anejo E	Transmitancia U (W/m²K)
α	No cumple	3,51
A	No cumple	
B	No cumple	
C	No cumple	
D	No cumple	
E	No cumple	

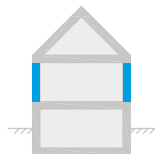
CON REFORMA KNAUF	Espesor (mm)
<p>SISTEMA KNAUF W62</p>	<ol style="list-style-type: none"> Pantalla de hormigón 200 Enfoscado mortero 15 Cámara de aire no ventilada 10 Lana mineral 0,037 W/mK e Placa de yeso Knauf Standard 15A 15

Zona climática	Espesor "e" aislamiento DBHE	Transmitancia U (W/m²K)
α	70	0,417
A	70	0,417
B	90	0,340
C	50+60	0,287
D	50+70	0,267
E	70+70	0,230



REFORMA POR EL INTERIOR

ZONAS CLIMÁTICAS



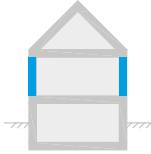
Muro de mampostería Reforma interior con trasdosado Knauf W62.es

SIN REFORMA	Esesor (mm)
<p>Fachada existente</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pie ladrillo macizo 240 2. Enlucido de yeso 15

Zona climática	Cumplimiento DBHE Anejo E	Transmitancia U (W/m²K)
α	No cumple	1,63
A	No cumple	
B	No cumple	
C	No cumple	
D	No cumple	
E	No cumple	

CON REFORMA KNAUF	Esesor (mm)
<p>SISTEMA KNAUF W62</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pie ladrillo macizo 240 2. Enlucido de yeso 15 3. Cámara de aire no ventilada 10 4. Lana mineral 0,037 W/mK e 5. Placa de yeso Knauf Standard 15A 15

Zona climática	Esesor "e" aislamiento DBHE	Transmitancia U (W/m²K)
α	50	0,458
A	50	0,458
B	70	0,367
C	50+50	0,283
D	50+60	0,263
E	50+80	0,230



Fábrica de bloque de hormigón hueco de áridos densos

Reforma interior con trasdosado Knauf W62.es

SIN REFORMA	Espesor (mm)
<p>Fachada existente</p>	1. Bloque de hormigón hueco áridos densos 200 2. Enfoscado mortero 15

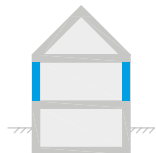
Zona climática	Cumplimiento DBHE Anejo E	Transmitancia U (W/m²K)
α	No cumple	2,42
A	No cumple	
B	No cumple	
C	No cumple	
D	No cumple	
E	No cumple	

CON REFORMA KNAUF	Espesor (mm)
<p>SISTEMA KNAUF W62</p>	1. Bloque de hormigón hueco áridos densos 200 2. Enfoscado mortero 15 3. Cámara de aire no ventilada 10 4. Lana mineral 0,037 W/mK e 5. Placa de yeso Knauf Standard 15A 15

Zona climática	Espesor "e" aislamiento DBHE	Transmitancia U (W/m²K)
α	50	0,504
A	70	0,396
B	90	0,326
C	50+60	0,277
D	50+70	0,258
E	70+70	0,226

REFORMA POR EL INTERIOR

ZONAS CLIMÁTICAS



Bloque cerámico aligerado 240 mm Reforma interior con trasdosado Knauf W62.es

SIN REFORMA	Espesor (mm)
<p>Fachada existente</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bloque cerámico aligerado 240 2. Enfoscado mortero 15

Zona climática	Cumplimiento DBHE Anejo E	Transmitancia U (W/m²K)
α	No cumple	3,13
A	No cumple	
B	No cumple	
C	No cumple	
D	No cumple	
E	No cumple	

CON REFORMA KNAUF	Espesor (mm)
<p>SISTEMA KNAUF W62</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bloque cerámico aligerado 240 2. Enfoscado mortero 15 3. Cámara de aire no ventilada 10 4. Lana mineral 0,037 W/mK e 5. Placa de yeso Knauf Standard 15A 15

Zona climática	Espesor "e" aislamiento DBHE	Transmitancia U (W/m²K)
α	50	0,430
A	50	0,430
B	70	0,349
C	50+50	0,272
D	50+60	0,253
E	50+75	0,230

9.1.2. Rehabilitación exterior con demolición*

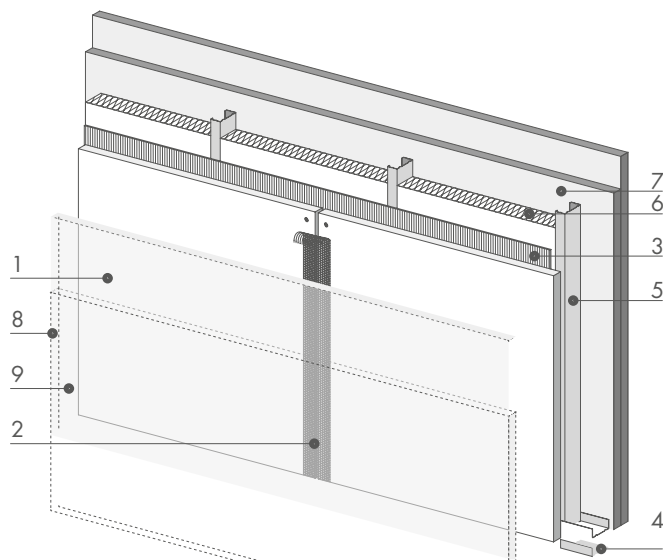
Sistemas Aquapanel® Outdoor

En fachadas antiguas sin función portante, que estén muy deterioradas o en las que se pretenda dar al edificio una mayor funcionalidad y una mejor estética, se podrá optar por demoler la antigua. En estos casos la solución idónea será emplear el sistema Aquapanel® Outdoor, entendiendo que este sistema no contribuye a la resistencia de la estructura del edificio sino que se sustenta de ella y se usa como hoja del cerramiento de fachada, bien como hoja interior de fachada ventilada (sistema WM111C.es), bien como hoja interior y exterior de fachada no ventilada (sistema WM311C.es y WM411C.es).

El detalle de cada uno de ellos se desarrolla en capítulos posteriores. Se ha incluido en este con el fin de poderlos comparar con los sistemas de rehabilitación sin demolición.

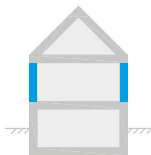
Aquapanel® WM111C.es

El sistema WM111C.es es un sistema constructivo de entramado autoportante para uso como hoja interior en fachadas ventiladas. En este resumen proponemos dos soluciones V1 y V5 determinadas por el espesor del aislante.



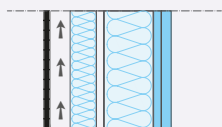
*(Demolición previa de la antigua fachada)

- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1. Placa Aquapanel® Cement Board Outdoor | 6. Aislante |
| 2. Tratamiento para juntas de exterior | 7. Placas PYL tipo A y PYL Tipo A+AL |
| 3. Lámina impermeable (opcional) | 8. Hoja exterior de fachada ventilada |
| 4. Canal de la subestructura metálica | 9. Cámara de aire ventilada (e 20 mm) |
| 5. Montante de la subestructura metálica | |

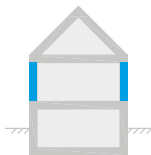


Fachada Aquapanel Sistema WM111 con montantes 75mm

CON REFORMA KNAUF	Espesor (mm)
1. Cámara de aire ventilada	30
2. Aislamiento en la cámara ventilada 0,032 W/mK	e
3. Placa Knauf Aquapanel Outdoor	12,5
4. Barrera de agua Aquapanel	-
5. Aislamiento interior 0,037 W/mK	75
6. Placa de yeso Knauf Standard 12,5A	12,5
7. Placa de yeso Knauf Standard 15A+AL	15

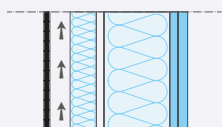


Zona climática	Aislamiento en la cámara ventilada	Aislamiento interior	Transmitancia U (W/m²K)
α	0	75	0,540
A	50	75	0,286
B	50	75	0,286
C	50	75	0,286
D	60	75	0,263
E	80	75	0,226



Fachada Aquapanel Sistema WM111 con montantes 100mm

CON REFORMA KNAUF	Espesor (mm)
1. Cámara de aire ventilada	30
2. Aislamiento en la cámara ventilada 0,032 W/mK	e
3. Placa Knauf Aquapanel Outdoor	12,5
4. Barrera de agua Aquapanel	-
5. Aislamiento interior 0,037 W/mK	100
6. Placa de yeso Knauf Standard 12,5A	12,5
7. Placa de yeso Knauf Standard 15A+AL	15



Zona climática	Aislamiento en la cámara ventilada	Aislamiento interior	Transmitancia U (W/m²K)
α	0	100	0,450
A	0	100	0,450
B	50	100	0,254
C	50	100	0,254
D	50	100	0,254
E	60	100	0,230

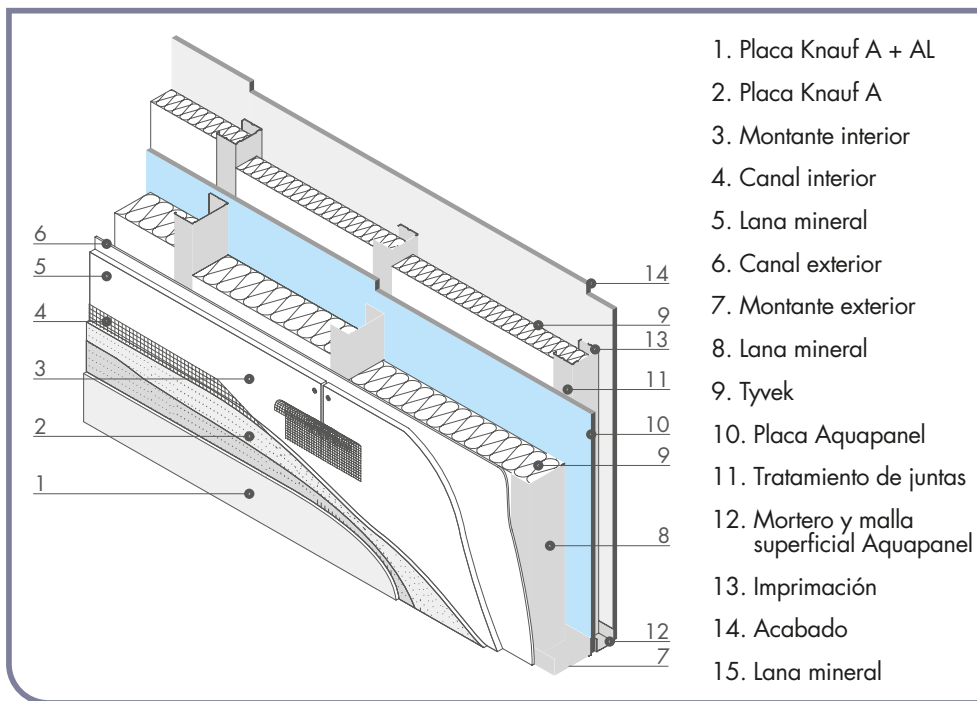
Aquapanel® WM311C.es y WM411C.es

WM311C.es 225/600 (12,5+75+12,5...(LM40)...70+15AL) Con lana mineral 60-60

WM411C.es 203/600 (12,5+75+...(LM40)...48+12,5+15AL) Con lana mineral 60-40

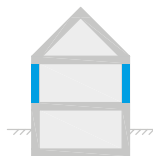
Los sistemas WM311C.es y WM411C.es son sistemas constructivos de cerramiento completo de entramada autoportante con revestimiento exterior continuo. Estos sistemas están formados por dos estructuras metálicas creando dos cámaras rellenas de lana mineral y entre ambas una lana mineral de 40 mm de espesor. En el extremo exterior de ambos sistemas se fija una placa Aquapanel® Outdoor sobre la que se aplica un revestimiento continuo.

La diferencia básica entre ambos sistemas radica en que en el sistema WM311C.es se instala una placa PYL entre las dos estructuras y en el sistema WM411C.es, esta misma placa se instala junto con la de cierre de la parte posterior de la hoja.



FACHADAS AQUAPANEL

ZONAS CLIMÁTICAS



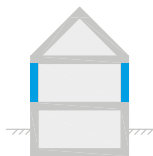
Fachada Aquapanel
Sistema WM311

CON REFORMA KNAUF	Espesor (mm)
1. Cámara de aire ventilada	30
2. Aislamiento en la cámara ventilada 0,032 W/mK	100
3. Placa Knauf Aquapanel Outdoor	12,5
4. Barrera de agua Aquapanel	-
5. Aislamiento interior 0,037 W/mK	75
6. Placa de yeso Knauf Standard 12,5A	12,5
7. Placa de yeso Knauf Standard 15A+AL	15

Zona climática	Aislamiento hoja exterior	Aislamiento intermedio	Aislamiento hoja interior	Transmitancia U (W/m²K)
α	100	40	50	0,21
A	100	40	50	0,21
B	100	40	50	0,21
C	100	40	50	0,21
D	100	40	50	0,21
E	100	40	50	0,21

FACHADAS AQUAPANEL

ZONAS CLIMÁTICAS



Fachada Aquapanel
Sistema WM411

CON REFORMA KNAUF	Espesor (mm)
1. Revestimiento mortero	5
2. Placa Knauf Aquapanel Outdoor	12,5
3. Barrera de agua Aquapanel	-
4. Aislamiento hoja exterior 0,037 W/mK	100
5. Aislamiento intermedio	40
6. Placa de yeso Knauf Standard 12,5A	12,5
7. Aislamiento hoja interior 0,037 W/mK	70
8. Placa de yeso Knauf Standard 15A+AL	15

Zona climática	Aislamiento hoja exterior	Aislamiento intermedio	Aislamiento hoja interior	Transmitancia U (W/m²K)
α	100	40	70	0,207
A	100	40	70	0,207
B	100	40	70	0,207
C	100	40	70	0,207
D	100	40	70	0,207
E	100	40	70	0,207

09 SOLUCIONES Knauf

9.1. Soluciones Knauf en fachadas



9.1.3. Rehabilitación exterior sin demolición*

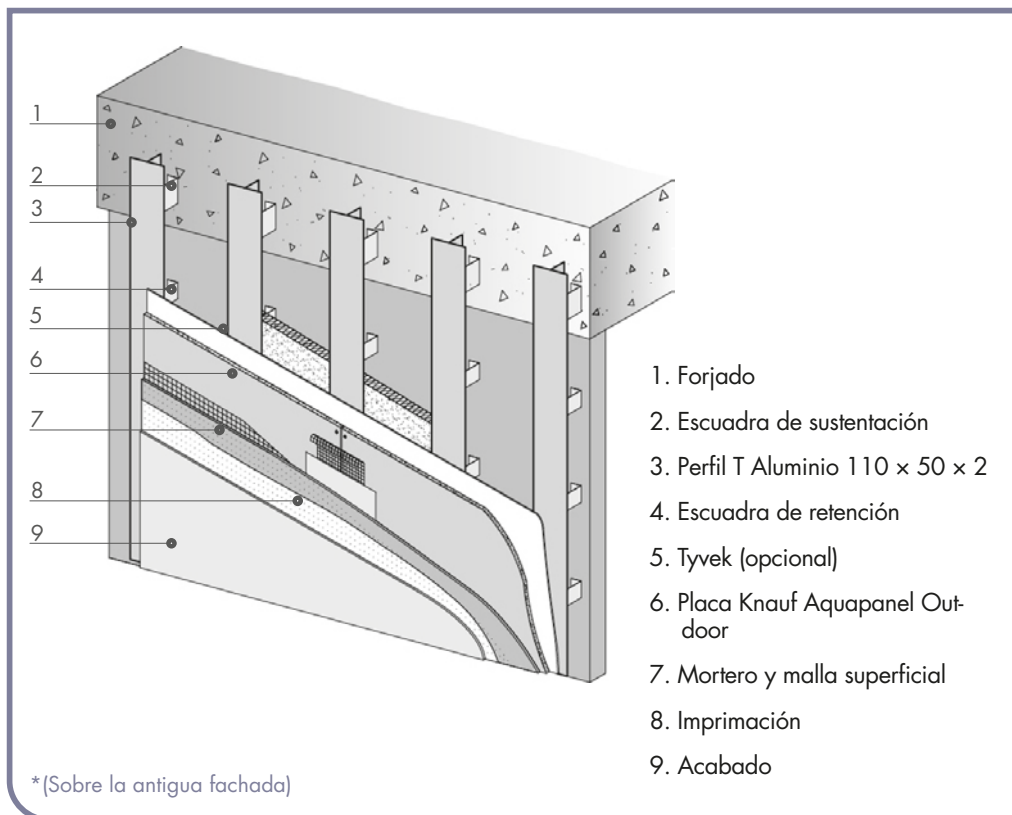
La rehabilitación de fachadas aplicando el sistema Aquapanel® Outdoor® WL.es con aislamiento térmico exterior a la fachada original, ofrece grandes ventajas, ya que a la vez que se incrementa el aislamiento de las partes opacas de la fachada. Se solucionan fácilmente los puentes térmicos inherentes a los pilares integrados, a los frentes de forjado, a las cubiertas con pretil, a los encuentros de muros interiores con fachada, etc.

Al ser un sistema ligero no es necesario ningún refuerzo a la estructura principal del edificio y se puede ejecutar sin apenas trastornos para los usuarios, mejorando en muchos casos el aspecto exterior de la fachada antigua.

Una de las grandes ventajas de este sistema es que se puede realizar una fachada estanca WL331C.es o bien ventilada WL332C.es, manteniendo el mismo acabado. Esto es muy útil en edificios donde se quiera aplicar ambas soluciones para optimizar el rendimiento energético en la rehabilitación o bien en la obra nueva, dependiendo de la orientación de las fachadas del edificio, zona geográfica, etcétera.

09 SOLUCIONES Knauf

9.1. Soluciones Knauf en fachadas

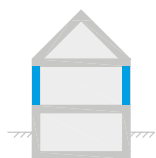


El estudio de todas las fachadas propuestas se ha realizado siguiendo el procedimiento indicado en el CTE BD HE y en los valores indicados en el Catálogo de Elementos Constructivos redactado por el Instituto Eduardo Torroja.



REFORMA POR EL EXTERIOR

ZONAS CLIMÁTICAS



Fabrica de ladrillo hueco triple con trasdosado de ladrillo hueco sencillo y con aislamiento en la cámara

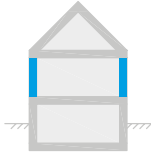
Reforma exterior con sistema KNAUF Aquapanel WL

SIN REFORMA	Espesor (mm)
<p>Fachada existente</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revestimiento mortero 15 2. Ladrillo hueco triple 110 3. Poliestireno expandido 0,035 W/mK 30 4. Cámara de aire no ventilada 20 5. Ladrillo hueco sencillo 40 6. Enlucido de yeso 15

Zona climática	Cumplimiento DBHE Anejo E	Transmitancia U (W/m²K)
α	No cumple	0,632
A	No cumple	
B	No cumple	
C	No cumple	
D	No cumple	
E	No cumple	

CON REFORMA KNAUF	Espesor (mm)
<p>SISTEMA KNAUF AQUAPANEL</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revestimiento mortero 5 2. Placa Aquapanel Outdoor 12,5AQP 12,5 3. Cámara de aire ventilada 30 4. Aislamiento 0,032 W/mK e 5. Revestimiento mortero 15 6. Ladrillo hueco triple 110 7. Poliestireno expandido 30 8. Cámara de aire no ventilada 20 9. Ladrillo hueco sencillo 40 10. Enlucido de yeso 15

Zona climática	Espesor "e" aislamiento DBHE	Transmitancia U (W/m²K)
α	50	0,311
A	50	0,311
B	50	0,311
C	60	0,283
D	70	0,260
E	90	0,224



Fabrica de ladrillo caravista con trasdosado de ladrillo hueco doble
y con aislamiento en la cámara

Reforma exterior con sistema KNAUF Aquapanel WL

SIN REFORMA		Espesor (mm)
<p>Fachada existente</p>	1. 1/2 Pie Ladrillo caravista	115
	2. Enfoscado mortero	15
	3. Poliestireno expandido 0,035 W/mK	30
	4. Cámara de aire no ventilada	20
	5. Ladrillo hueco doble	70
	6. Enlucido de yeso	15

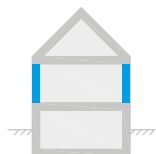
Zona climática	Cumplimiento DBHE Anejo E	Transmitancia U (W/m²K)
α	No cumple	0,614
A	No cumple	
B	No cumple	
C	No cumple	
D	No cumple	
E	No cumple	

CON REFORMA KNAUF		Espesor (mm)
<p>SISTEMA KNAUF AQUAPANEL</p>	1. 1/2 Pie Ladrillo caravista	115
	2. Enfoscado mortero	15
	3. Poliestireno expandido 0,035 W/mK	30
	4. Cámara de aire no ventilada	20
	5. Ladrillo hueco doble	70
	6. Enlucido de yeso	15
	7. Lana mineral 0,032 W/mK	e
	8. Placa de yeso Knauf Standard 15A	15

Zona climática	Espesor "e" aislamiento DBHE	Transmitancia U (W/m²K)
α	50	0,305
A	50	0,305
B	50	0,305
C	60	0,278
D	70	0,256
E	90	0,221

REFORMA POR EL EXTERIOR

ZONAS CLIMÁTICAS



Fabrica de bloque de hormigón con trasdosado de ladrillo hueco sencillo y con aislamiento en la cámara

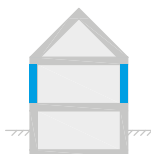
Reforma exterior con sistema KNAUF Aquapanel WL

SIN REFORMA	Espesor (mm)
<p>Fachada existente</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bloque de hormigón hueco áridos densos 140 2. Enfoscado mortero 15 3. Poliestireno expandido 0,035W/mK 30 4. Cámara de aire no ventilada 20 5. Ladrillo hueco sencillo 40 6. Enlucido de yeso 15

Zona climática	Cumplimiento DBHE Anejo E	Transmitancia U (W/m²K)
α	No cumple	0,650
A	No cumple	
B	No cumple	
C	No cumple	
D	No cumple	
E	No cumple	

CON REFORMA KNAUF	Espesor (mm)
<p>SISTEMA KNAUF AQUAPANEL</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revestimiento mortero 5 2. Placa Aquapanel Outdoor 12,5AQP 12,5 3. Cámara de aire ventilada 30 4. Aislamiento 0,032 W/mK e e 5. Bloque de hormigón hueco áridos densos 140 6. Enfoscado mortero 15 7. Poliestireno expandido 0,035 W/mK 30 8. Cámara de aire no ventilada 20 9. Ladrillo hueco sencillo 40 10. Enlucido de yeso 15

Zona climática	Espesor "e" aislamiento DBHE	Transmitancia U (W/m²K)
α	50	0,313
A	50	0,313
B	50	0,313
C	60	0,285
D	70	0,265
E	90	0,225



Fábrica de ladrillo macizo

Reforma exterior con sistema KNAUF Aquapanel WL

SIN REFORMA	Espesor (mm)
<p>Fachada existente</p>	<ol style="list-style-type: none"> Pie ladrillo macizo 240 Enlucido de yeso 15

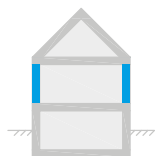
Zona climática	Cumplimiento DBHE Anejo E	Transmitancia U (W/m²K)
α	No cumple	1,59
A	No cumple	
B	No cumple	
C	No cumple	
D	No cumple	
E	No cumple	

CON REFORMA KNAUF	Espesor (mm)
<p>SISTEMA KNAUF AQUAPANEL</p>	<ol style="list-style-type: none"> Revestimiento mortero 5 Placa Aquapanel Outdoor 12,5AQP 12,5 Cámara de aire ventilada 30 Aislamiento 0,032 W/mK e Pie ladrillo macizo 240 Enlucido de yeso 15

Zona climática	Espesor "e" aislamiento DBHE	Transmitancia U (W/m²K)
α	50	0,507
A	60	0,438
B	80	0,344
C	100	0,283
D	120	0,240
E	140	0,209

REFORMA POR EL EXTERIOR

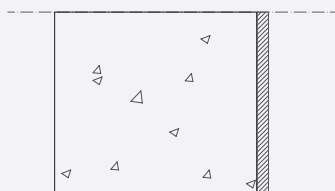
ZONAS CLIMÁTICAS



Pantalla de hormigón armado Reforma exterior con sistema KNAUF Aquapanel WL

SIN REFORMA

Espesor (mm)



Fachada existente

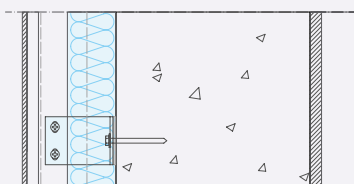
1. Pantalla de hormigón
2. Enfoscado mortero

200
15

Zona climática	Cumplimiento DBHE Anejo E	Transmitancia U (W/m²K)
α	No cumple	3,51
A	No cumple	
B	No cumple	
C	No cumple	
D	No cumple	
E	No cumple	

CON REFORMA KNAUF

Espesor (mm)

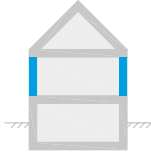


SISTEMA KNAUF AQUAPANEL

1. Revestimiento mortero
2. Placa Aquapanel Outdoor
3. Cámara de aire ventilada
4. Aislamiento 0,032 W/mK
5. Pantalla de hormigón
6. Enfoscado mortero

5
12,5
30
e
200
15

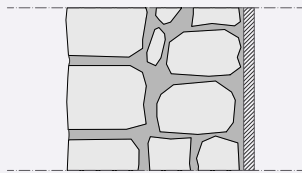
Zona climática	Espesor "e" aislamiento DBHE	Transmitancia U (W/m²K)
α	50	0,516
A	60	0,445
B	80	0,348
C	100	0,286
D	120	0,242
E	140	0,211



Muro de mampostería

Reforma exterior con sistema KNAUF Aquapanel WL

SIN REFORMA

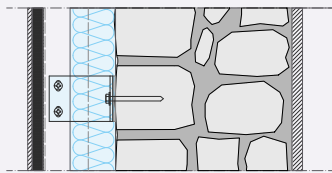
Espesor
(mm)

Fachada existente

- | | |
|----------------------------------|-----|
| 1. Fabrica de sillares de piedra | 600 |
| 2. Enfoscado mortero | 20 |

Zona climática	Cumplimiento DBHE Anejo E	Transmitancia U (W/m²K)
α	No cumple	1,63
A	No cumple	
B	No cumple	
C	No cumple	
D	No cumple	
E	No cumple	

CON REFORMA KNAUF

Espesor
(mm)

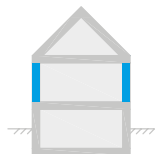
SISTEMA KNAUF AQUAPANEL

- | | |
|------------------------------------|------|
| 1. Revestimiento mortero | 5 |
| 2. Placa Aquapanel Outdoor 12,5AQP | 12,5 |
| 3. Cámara de aire ventilada | 30 |
| 4. Aislamiento 0,032 W/mK | e |
| 5. Fabrica de sillares de piedra | 600 |
| 6. Enfoscado mortero | 20 |

Zona climática	Espesor "e" aislamiento DBHE	Transmitancia U (W/m²K)
α	50	0,441
A	50	0,441
B	80	0,312
C	100	0,261
D	100	0,261
E	120	0,225

REFORMA POR EL EXTERIOR

ZONAS CLIMÁTICAS



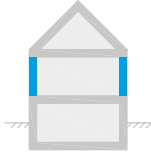
Fábrica de bloque de hormigón hueco de áridos densos Reforma exterior con sistema KNAUF Aquapanel WL

SIN REFORMA	Esesor (mm)
<p>Fachada existente</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bloque de hormigón hueco áridos densos 200 2. Enfoscado mortero 15

Zona climática	Cumplimiento DBHE Anejo E	Transmitancia U (W/m²K)
α	No cumple	2,42
A	No cumple	
B	No cumple	
C	No cumple	
D	No cumple	
E	No cumple	

CON REFORMA KNAUF	Esesor (mm)
<p>SISTEMA KNAUF AQUAPANEL</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revestimiento mortero 5 2. Placa Aquapanel Outdoor 12,5AQP 12,5 3. Cámara de aire ventilada 30 4. Aislamiento 0,032 W/mK e 5. Bloque de hormigón hueco áridos densos 200 6. Enfoscado mortero 15

Zona climática	Esesor "e" aislamiento DBHE	Transmitancia U (W/m²K)
α	50	0,484
A	50	0,484
B	80	0,333
C	100	0,276
D	100	0,276
E	120	0,235



Bloque cerámico aligerado 240 mm
 Reforma exterior con sistema KNAUF Aquapanel WL

SIN REFORMA	Espesor (mm)
<p>Fachada existente</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bloque cerámico aligerado 2. Enfoscado mortero 	<p>240</p> <p>15</p>

Zona climática	Cumplimiento DBHE Anejo E	Transmitancia U (W/m²K)
α	No cumple	1,33
A	No cumple	
B	No cumple	
C	No cumple	
D	No cumple	
E	No cumple	

CON REFORMA KNAUF	Espesor (mm)
<p>SISTEMA KNAUF AQUAPANEL</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Revestimiento mortero 2. Placa Aquapanel Outdoor 12,5AQP 3. Cámara de aire ventilada 4. Aislamiento 0,032 W/mK 5. Bloque cerámico aligerado 6. Enfoscado mortero 	<p>5</p> <p>12,5</p> <p>30</p> <p>e</p> <p>240</p> <p>15</p>

Zona climática	Espesor "e" aislamiento DBHE	Transmitancia U (W/m²K)
α	50	0,416
A	50	0,416
B	60	0,368
C	100	0,252
D	100	0,252
E	120	0,218

9.2

Soluciones Knauf en cubiertas

El Código Técnico de la Edificación define como cubierta de un edificio aquellos cerramientos superiores en contacto con el aire exterior cuya inclinación sea inferior a 60° respecto a la horizontal.

Las cubiertas de los edificios, inclinadas y planas, transitables o no, son las zonas externas de los edificios más expuestas a los agentes climatológicos. Por lo general, tanto en la construcción de nueva planta como en la rehabilitación, se prima su estanquidad al agua, descuidándose algunas veces tanto su aislamiento acústico como el térmico.

Es por ello que en la gran mayoría de los edificios construidos con anterioridad a la aplicación de CTE será necesario actuar si se quieren alcanzar los niveles mínimos exigidos por DB HE del citado código.

La rehabilitación por el exterior es sumamente complicada dado que en la mayoría de los casos para realizar una correcta reparación se tendrá que restituir su impermeabilización con el riesgo que ello supone durante todo el tiempo en que prolonguen los trabajos, más si como es habitual, la planta subyacente está ocupada. Además, la actuación en el total de la cubierta presupone un acuerdo, siempre difícil, entre todos los ocupantes del inmueble a remodelar.

En consecuencia, las soluciones Knauf propuestas se centrarán en la actuación por el interior del edificio.

Valores límite según tabla 3.1.1.a CTE HE,
valores orientativos Apéndice E del CTE HE ($W/m^2 \cdot K$)

ZONA CLIMÁTICA	α	A	B	C	D	E
Tabla 3.1.1.a Cubiertas con aire exterior	0,55	0,50	0,44	0,40	0,35	0,33
Tabla 3.1.1.a Cubiertas con espacios no habitables o terreno	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,59
Apéndice E . Cubiertas en contacto con el aire exterior (Uc)	0,50	0,44	0,33	0,23	0,22	0,19
Apéndice E . Elementos en contacto con espacios no habitables o terreno (Ut)	0,80	0,80	0,69	0,48	0,48	0,48



Síntesis de la comprobación de los valores límite permitido

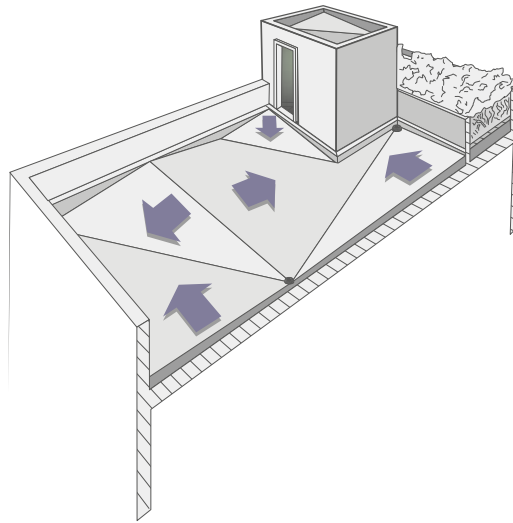
Una vez diseñada la rehabilitación de las partes opacas, integraremos los demás componentes como puentes térmicos, lucernarios, huecos, etc. y procederemos a la obtención del valor de la transmitancia obtenida para compararla con los valores límite de acuerdo con la tabla síntesis siguiente:

Tabla síntesis de comparación

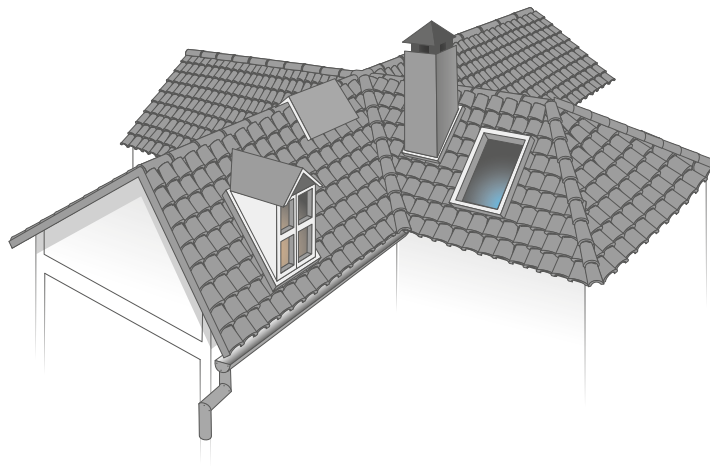
CERRAMIENTOS Y PARTICIONES INTERIORES	COMPONENTES	PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS	PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS MEDIOS	COMPARACIÓN CON VALORES LÍMITE
CUBIERTAS	C ₁ En contacto con el aire	U _{C1}	$U_{Cm} = \frac{\sum A_C \cdot U_C + \sum A_{PC} \cdot U_{PC} + \sum A_L \cdot U_L}{\sum A_C + \sum A_{PC} + \sum A_L}$	U _{Cm} ≤ U _{Clim}
	C ₂ En contacto con un espacio no habitable	U _{C2}		
	P _C Puente térmico (Contorno de lucernario > 0,5 m ²)	U _{PC}		
		U _L		
	L Lucernarios	F _L	$U_{Hm} = \frac{\sum A_F \cdot F_L}{\sum A_F}$	F _{lm} ≤ F _{Ulim}

Aun cuando las soluciones, en rehabilitación, son muy similares, para el desarrollo de nuestro estudio hemos clasificado las cubiertas en planas e inclinadas.

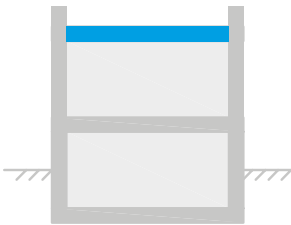
Cubiertas planas



Cubiertas inclinadas



9.2.1. Rehabilitación en cubiertas planas



Antiguamente y aún hoy en Marruecos, existen cubiertas planas formadas por una estructura de troncos de madera que soportan un entramado tejido de cañas, revestido con una capa intermedia de arbustos que sustentan unos centímetros de tierra compactada y sobre ella una capa de arcilla para aumentar su impermeabilidad. De ahí se deriva el nombre genérico de "terrado".

La mayoría son soluciones tradicionales que aún subsisten difieren bastante de la expuesta, tanto es así que su nombre a cambiado a "azotea", palabra que proviene del árabe "Suteih" que significa terraza.

Con independencia de soluciones estéticas y de habitabilidad, la mayoría de los bloques de las viviendas urbanas ubicadas en zonas geográficas templadas y con pocas precipitaciones se realizan con cubiertas planas. Se denominan planas por su apariencia, no obstante y como es lógico, la superficie impermeabilizada formará una ligera pendiente (entre el 1 y el 5%) para que el agua de lluvia circule hacia los puntos de desagüe. Estas pendientes se obtienen en la construcción tradicional con hormigón celular vertido in situ sobre la capa de compresión del último forjado. Sobre este hormigón esponjoso, una vez fraguado con sus pendientes, se le extiende la capa de impermeabilización y sobre ella se instalan baldosas cerámicas fijadas con mortero de cemento sobre otra capa intermedia separadora dispuesta sobre la impermeabilización, consiguiéndose así que la cubierta sea incluso transitable.



Techos suspendidos empleados en el estudio

Tradicionalmente en climas cálidos, con veranos calurosos se realizaban cubiertas denominadas ventiladas o "a la catalana". Este tipo de cubierta plana posee una cámara de aire para crear corrientes que atenúen las altas temperaturas exteriores propiciadas por la radiación solar. No se necesita barrera de vapor porque la cámara misma funciona impidiendo la condensación. La capa externa está formada por losas apoyadas que permiten azoteas transitables y planas.

Aun cuando los tipos de cubiertas planas tradicionales descritas son los más usuales, también existen otras soluciones planas tales como:

- Cubierta invertida con pavimento flotante.
- Cubierta invertida con grava.
- Cubierta Deck.

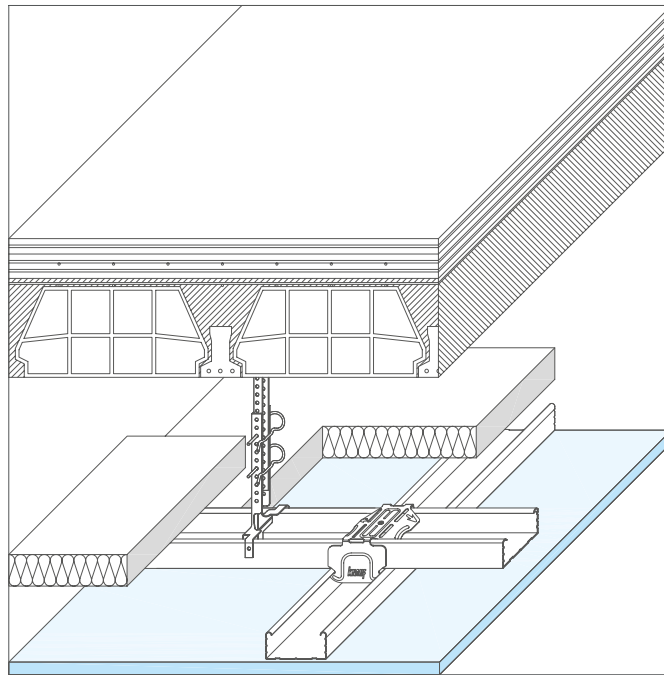
Estas soluciones, algunas de ellas de uso más reciente, por lo general ofrecen aislamientos térmicos suficientes.

En nuestro estudio nos ocuparemos de las soluciones aplicables a las cubiertas tradicionales que por su antigüedad y deficiente construcción, evidencian transmitancias elevadas y por lo tanto requerirán de actuaciones correctivas para incrementar su bajo aislamiento térmico.

El croquis que se detalla es uno de los posibles a emplear para aumentar el aislamiento térmico de las cubiertas planas en las viviendas bajo tejado. Knauf dispone de otras soluciones para techos suspendidos, todos ellos detallados en su hoja técnica D11E.

Las variantes de la solución expuesta vendrán determinadas por requerimientos constructivos distintos a su aislamiento térmico, como pueden ser el tipo de anclaje al forjado y la distancia entre cuelgues.

D112.es Perfilera cruzada y lana mineral



Seguidamente relacionamos algunos de los valores necesarios para el estudio de las cubiertas planas e inclinadas y de los divisorios horizontales entre viviendas y locales no habitados, tales como los coeficientes de transmisión de los materiales y las resistencias térmicas de ciertos sistemas constructivos:

Valores de la conductividad y la resistencia térmica

MATERIAL	λ (W / mK)	Rt (m ² · K/W)
Hormigón con áridos ligeros	1,15	
Mortero de cemento o cal	1,30	
Capa separadora	1,30	
Placa de yeso laminado (PYL)	0,21	
Enlucido de yeso	0,40	
Lana mineral	0,035	
Lámina asfáltica	0,70	
Plaqueta o baldosa cerámica	1,00	
Losa de hormigón armado	2,30	
Teja cerámica plana	1,3	
Teja árabe	1,3	
Teja de hormigón	1,5	
Tablero de hormigón	1,9	
Rasilla cerámica	0,32	
SISTEMAS CONSTRUCTIVOS		
Piezas de entrevigado cerámicas de 300 mm		0,32
Piezas de entrevigado de hormigón de 300 mm		0,21
Losas alveolares con capa de compresión de 300 mm		0,19
Losas macizas de hormigón armado de 300 mm		0,12

Como se verá más adelante, en los ejemplos estudiados con la intervención de los sistemas Knauf se va mucho más allá de los valores mínimos requeridos según norma.

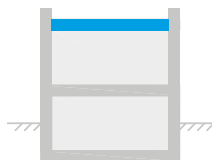
El estudio de todos los techos suspendidos se ha realizado siguiendo el procedimiento indicado en el CTE DB HE y en la mayor parte de los valores reseñados en el Catálogo de Elementos Constructivos redactado por el Instituto Eduardo Torroja.

Cuando en el citado documento no se han hallado los datos requeridos, estos se han obtenidos de los fabricantes correspondientes.



REFORMA POR EL INTERIOR

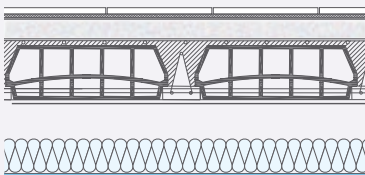
ZONAS CLIMÁTICAS



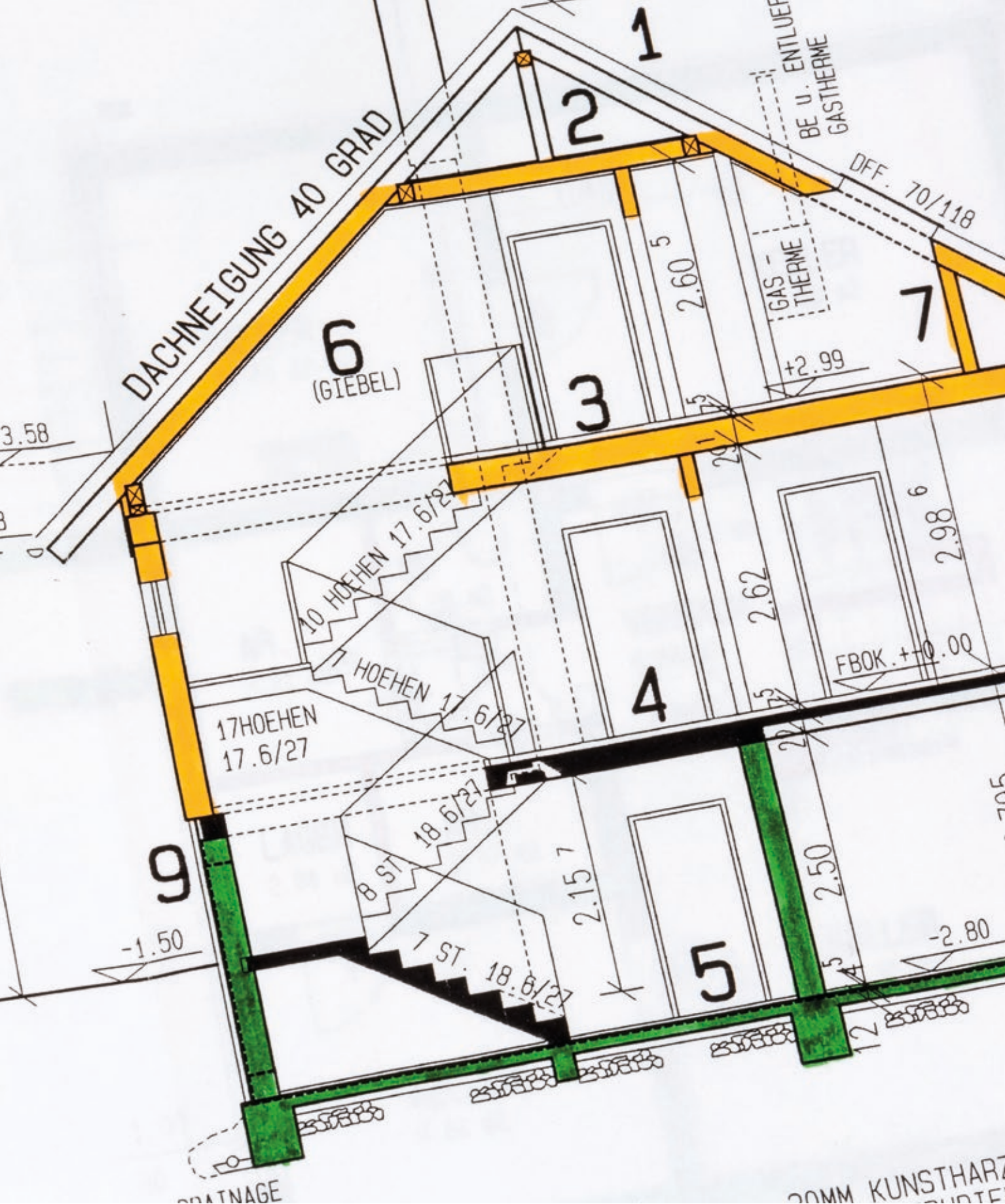
Forjado unidireccional vigueta-bovedilla cerámica Reforma exterior con sistema KNAUF Aquapanel WL

SIN REFORMA		Espesor (mm)
 <p>Cubiertas existente</p>	1. Solado	25
	2. Mortero de agarre	15
	3. Capa separadora	2
	4. Capa de impermeabilización	5
	5. Hormigón celular esp. med 10 cm	80
	6. Forjado unidireccional	300
	7. Enlucido 15 mm	15

Zona climática	Cumplimiento DBHE Anejo E	Transmitancia U (W/m²K)
α	No cumple	1,70
A	No cumple	
B	No cumple	
C	No cumple	
D	No cumple	
E	No cumple	

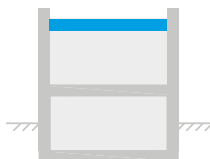
CON REFORMA KNAUF		Espesor (mm)
 <p>SISTEMA KNAUF AQUAPANEL</p>	1. Solado	10
	2. Mortero cola	15
	3. Capa separadora	2
	4. Capa de impermeabilización	2
	5. Hormigón celular esp. med. 10 cm	80
	6. Forjado unidireccional	300
	7. Enlucido 15 mm	15
	8. Cámara de aire no ventilada	50
	9. Lana mineral 0,037 W/mK	e
	10. Placa de yeso Knauf Standard 15A	15

Zona climática	Espesor "e" aislamiento DBHE	Transmitancia U (W/m²K)
α	50	0,470
A	60	0,410
B	100	0,290
C	140	0,220
D	150	0,206
E	170	0,186



REFORMA POR EL INTERIOR

ZONAS CLIMÁTICAS



Losa de hormigón Reforma exterior con sistema KNAUF Aquapanel WL

SIN REFORMA		Espesor (mm)
<p>Cubiertas existente</p>	1. Solado	25
	2. Mortero de agarre	15
	3. Capa separadora	2
	4. Capa de impermeabilización	5
	5. Hormigón celular esp. med 10 cm	80
	6. Losa de hormigón	300
	7. Enlucido 15 mm	15

Zona climática	Cumplimiento DBHE Anejo E	Transmitancia U (W/m²K)
α	No cumple	1,93
A	No cumple	
B	No cumple	
C	No cumple	
D	No cumple	
E	No cumple	

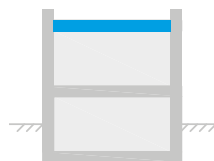
CON REFORMA KNAUF		Espesor (mm)
<p>SISTEMA KNAUF AQUAPANEL</p>	1. Solado	10
	2. Mortero cola	15
	3. Capa separadora	2
	4. Capa de impermeabilización	2
	5. Hormigón celular esp. med 10 cm	80
	6. Forjado unidireccional	300
	7. Enlucido 15 mm	15
	8. Cámara de aire no ventilada	50
	9. Lana mineral 0,037 W/mK	e
	10. Placa de yeso Knauf Standard 15A	15

Zona climática	Espesor "e" aislamiento DBHE	Transmitancia U (W/m²K)
α	60	0,451
A	70	0,402
B	90	0,33
C	140	0,228
D	150	0,215
E	180	0,183



REFORMA POR EL INTERIOR

ZONAS CLIMÁTICAS

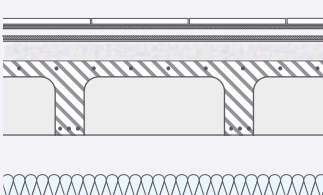


Forjado reticular Reforma exterior con sistema KNAUF Aquapanel WL

SIN REFORMA	Espesor (mm)
	
1. Solado	25
2. Mortero de agarre	15
3. Capa separadora	2
4. Capa de impermeabilización	5
5. Hormigón celular esp. med 10 cm	80
6. Forjado reticular	300
7. Enlucido 15 mm	15

Cubiertas existente

Zona climática	Cumplimiento DBHE Anejo E	Transmitancia U (W/m²K)
α	No cumple	1,70
A	No cumple	
B	No cumple	
C	No cumple	
D	No cumple	
E	No cumple	

CON REFORMA KNAUF	Espesor (mm)
	
1. Solado	10
2. Mortero cola	15
3. Capa separadora	2
4. Capa de impermeabilización	2
5. Hormigón celular esp. med 10 cm	80
6. Forjado unidireccional	300
7. Enlucido 15 mm	15
8. Cámara de aire no ventilada	50
9. Lana mineral 0,037 W/mK	e
10. Placa de yeso Knauf Standard 15A	15

SISTEMA KNAUF AQUAPANEL

Zona climática	Espesor "e" aislamiento DBHE	Transmitancia U (W/m²K)
α	50	0,490
A	60	0,440
B	90	0,320
C	140	0,224
D	150	0,211
E	170	0,190

9.2.2. Rehabilitación en cubiertas inclinadas

La mayoría de las viviendas ubicadas en zonas geográficas de climatología severa, con precipitaciones de agua y nieve importantes se realizan con este tipo de cubierta.

Algunas veces también se construyen en zonas urbanas de climatología suave, con el propósito de aumentar espacios ocupables por habilitación del desván.

Según el CTE DB HE denominan cubiertas inclinadas aquellos cerramientos superiores en contacto con el aire exterior cuya inclinación sea inferior a 60° respecto a la horizontal. A partir de esta inclinación el cerramiento considerado pasará a la categoría de fachada.

Desde el punto de vista térmico existen dos tipos de cubiertas inclinadas: las de desván habitable y las de desván no habitable.

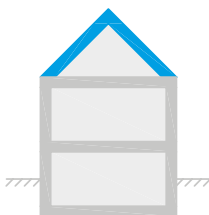
Como es lógico, al igual que en el caso de las cubiertas planas, se considerará esencial su estanquidad, siendo éste el principal motivo de su rehabilitación. Una vez conseguido este propósito se procederá al incremento de su aislamiento térmico, que es en donde los sistemas Knauf ofrecen soluciones definitivas.

09 SOLUCIONES Knauf

9.2. Soluciones Knauf en cubiertas



9.2.2.1. Cubiertas inclinadas con desván no-habitable



Según el DB HE los divisorios horizontales en contacto con espacios no habitables, como en el caso de desvanes no habitables, se consideran los forjados que lo sustentan como cubiertas planas. De tal manera que las exigencias térmicas serán las mismas y por lo tanto, las soluciones de rehabilitación con techos suspendidos Knauf serán similares a las aplicadas para cubiertas planas.

En este tipo de cubiertas, casi siempre los faldones que forman las pendientes se apoyan sobre las cerchas por medio de correas de madera, metálicas o de hormigón. Estas cerchas acostumbran a construirse por medio de tabiquillos cerámico aligerados denominados "palomeros" o "conejeros". En cualquier caso, la rehabilitación directa bajo las pendientes formadas es de gran dificultad, por lo que se actuará bajo el forjado horizontal de sustento, al igual que en las soluciones aplicadas bajo cubiertas planas.

Es evidente que en la mayoría de los casos la cámara formada en el desván aportará un aislamiento térmico no despreciable. No obstante, y debido a la variedad de situaciones,



volúmenes y puentes térmicos que se generan, esta posibilidad de decremento de la transmitancia no se tomará en cuenta, más si tenemos presente las exigencias del CTE BH HE.

Según lo indicado, el cálculo de las transmitancias antes y después de la rehabilitación se resumirá en uno sólo al no considerarse ni la cámara de la buhardilla ni los elementos de impermeabilización de las capas exteriores.

Es evidente que en la mayoría de los casos la cámara formada en el desván aportará un aislamiento térmico no despreciable. No obstante, y debido a la variedad de situaciones, volúmenes y puentes térmicos que se generan, esta posibilidad de decremento de la transmitancia no se tomará en cuenta, más si tenemos presente las exigencias del CTE BH HE.

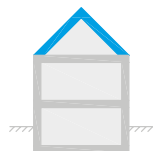
Según lo indicado, el cálculo de las transmitancias antes y después de la rehabilitación se resumirá en uno sólo al no considerarse ni la cámara de la buhardilla ni los elementos de impermeabilización de las capas exteriores.





REFORMA POR EL INTERIOR

ZONAS CLIMÁTICAS



Forjado unidireccional con cubierta inclinada y desván no habitable Reforma interior con techo suspendido Knauf D11.es

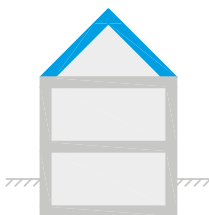
SIN REFORMA	Espesor (mm)	
<p>Cubiertas existente</p>	1. Teja cerámica plana	20
	2. Cámara de aire semi ventilada	30
	3. Rasilla cerámica	40
	4. Cámara de aire no ventilada	Variable
	5. Capa de compresión	80
	6. Forjado unidireccional	300
	7. Enlucido	15

Zona climática	Cumplimiento DBHE Anejo E	Transmitancia U (W/m²K)
α	No cumple	1,59
A	No cumple	
B	No cumple	
C	No cumple	
D	No cumple	
E	No cumple	

CON REFORMA KNAUF	Espesor (mm)	
<p>SISTEMA KNAUF</p>	1. Teja cerámica plana	20
	2. Cámara de aire semi ventilada	30
	3. Rasilla cerámica	40
	4. Cámara de aire no ventilada	Variable
	5. Capa de compresión	80
	6. Forjado unidireccional	300
	7. Enlucido	15
	8. Cámara de aire no ventilada	50
	9. Lana mineral 0,037 W/mK	e
	10. Placa de yeso Knauf Standard 15A	15

Zona climática	Espesor "e" aislamiento DBHE	Transmitancia U (W/m²K)
α	50	0,450
A	60	0,400
B	80	0,330
C	130	0,228
D	140	0,215
E	170	0,183

9.2.2.2. Cubiertas inclinadas con desván habitado



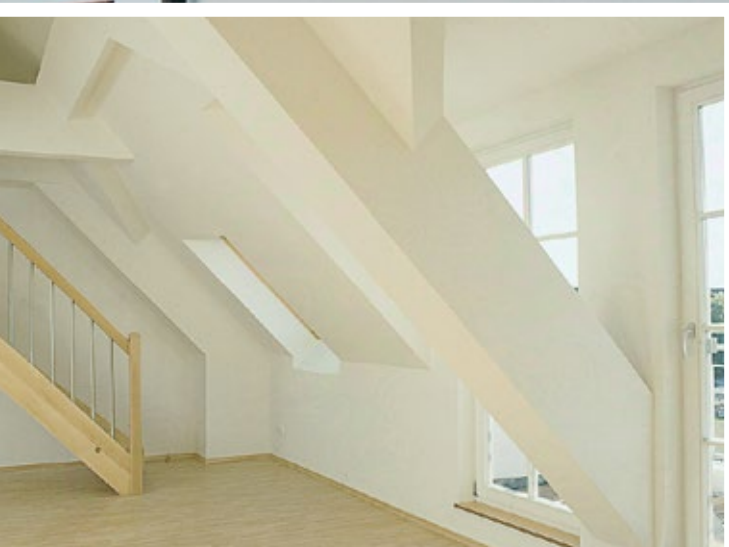
Para habilitar un desván es necesario que la estructura soporte de la cubierta ofrezca espacios diáfanos como pueden ofrecer las estructuras tipo pórtico, cerchas resistentes o paredes de carga con separaciones a más de 3 metros. También se tendrá en cuenta que las pendientes superen los 30° . Para ello será necesario que el diseño de las viviendas se realice previendo esta situación.

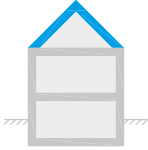
Cualquier actuación posterior para habilitar desvanes, inicialmente no previstos para tal función, será difícil y en algunos casos imposible su reconversión.

Tanto si el desván ya está habilitado, como si no, cualquier actuación en este espacio, pasará por cerciorarnos de que la cubierta sea totalmente impermeable y que no se produzcan condensaciones intersticiales que puedan degradar el comportamiento térmico de las soluciones que proponemos. Todas ellas serán básicamente las mismas que las propuesta en el capítulo anterior. Lógicamente en este caso los sistemas Knauf se instalarán inclinados y por lo tanto paralelos al trasdós de la de la cubierta inclinada.

09 SOLUCIONES Knauf

9.2. Soluciones Knauf en cubiertas





Cubierta inclinada con desván habitable

Reforma interior con techo suspendido Knauf D11.es

SIN REFORMA	Espesor (mm)
 <p>Cubiertas existente</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Teja cerámica plana 2. Cámara de aire semi ventilada 3. Losa de hormigón 4. Enlucido de yeso 	<p>20</p> <p>30</p> <p>300</p> <p>15</p>

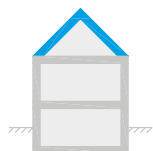
Zona climática	Cumplimiento DBHE Anejo E	Transmitancia U (W/m²K)
α	No cumple	2,642
A	No cumple	
B	No cumple	
C	No cumple	
D	No cumple	
E	No cumple	

CON REFORMA KNAUF	Espesor (mm)
 <p>SISTEMA KNAUF</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Teja cerámica plana 2. Cámara de aire semi ventilada 3. Forjado unidireccional 4. Enlucido de yeso 5. Cámara de aire semi ventilada 6. Lana mineral 0,037 W/mK 7. Placa de yeso Knauf Standard 15A 	<p>20</p> <p>30</p> <p>300</p> <p>15</p> <p>50</p> <p>e</p> <p>15</p>

Zona climática	Espesor "e" aislamiento DBHE	Transmitancia U (W/m²K)
α	60	0,450
A	70	0,400
B	90	0,330
C	140	0,228
D	150	0,214
E	180	0,183

REFORMA POR EL INTERIOR

ZONAS CLIMÁTICAS



Cubierta inclinada con teja Reforma interior con techo suspendido Knauf D11.es

SIN REFORMA	Espesor (mm)
<p>Cubiertas existente</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Teja cerámica curva 80 2. Capa de mortero 20 3. Rasilla cerámica 40 4. Enlucido de yeso 15

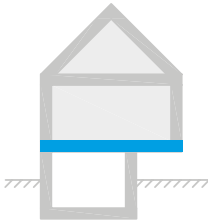
Zona climática	Cumplimiento DBHE Anejo E	Transmitancia U (W/m²K)
α	No cumple	2,37
A	No cumple	
B	No cumple	
C	No cumple	
D	No cumple	
E	No cumple	

CON REFORMA KNAUF	Espesor (mm)
<p>SISTEMA KNAUF</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Teja cerámica curva 80 2. Capa de mortero 20 3. Rasilla cerámica 40 4. Enlucido de yeso 15 5. Cámara de aire semi ventilada 50 6. Lana mineral 0,037 W/mK e 7. Placa de yeso Knauf Standard 15A 15

Zona climática	Espesor "e" aislamiento DBHE	Transmitancia U (W/m²K)
α	50	0,500
A	60	0,440
B	90	0,320
C	140	0,225
D	150	0,212
E	180	0,181

9.3

Elementos de separación horizontal



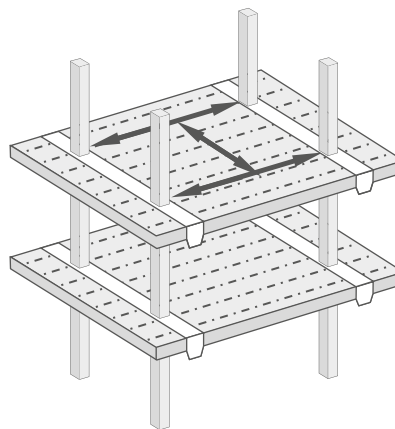
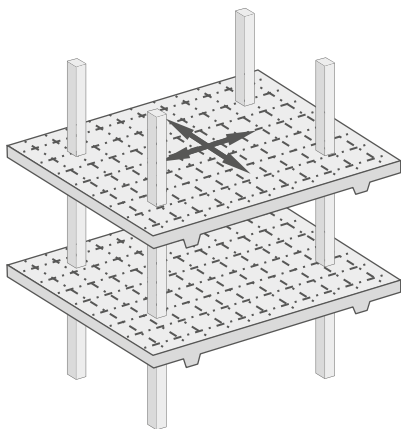
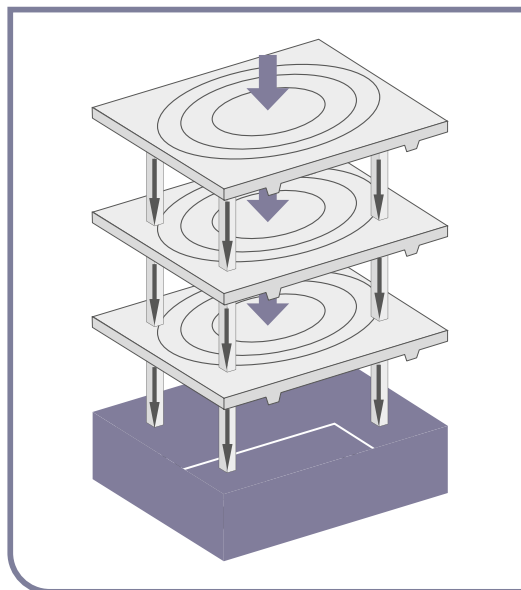
Las estructuras constructivas que delimitan las distintas plantas de un edificio se denominan forjados. Son elementos horizontales, que soportan su propio peso además de las cargas estáticas, tales como tabiques, muros, sanitarios etc. y las accidentales como el tránsito de personas, muebles y demás enseres propios de una vivienda. Estos elementos horizontales se apoyan en muros de carga o jácenas a sus vez soportadas por los pilares que finalmente transmiten el esfuerzo al terreno por medio de los cimientos.

Existen varios tipos de forjados, los más antiguos son de madera, actualmente en desuso, ya que fueron concebidos para soportar cargas pequeñas; casi siempre presentan una flechas excesivas. Para rehabilitarlos será necesario reforzar la estructura existente y construir una losa sutil de hormigón armado o una nueva tarima más resistente. Aún así su aislamiento termo acústico será insuficiente.

En viviendas antiguas podemos encontrar aun forjados realizados con vigas de madera y revoltón cerámico. No obstante, los más usuales suelen ser los unidireccionales (vigüeta y bovedilla, en una sola dirección) o bidireccionales o reticulares (doble dirección de las vigüetas amadas, realizadas in situ).

En una determinada época y para la rápida construcción de viviendas sociales se empleó el sistema de "encofrado túnel". Este sistema prefabricado se construían los forjados con losas de hormigón armado con un índice de transmitancia muy elevado.

En cualquier caso, serán de interés para nuestro estudio térmico aquellos forjados que delimiten horizontalmente aquellos recintos habitados de los no habitados o de los habitados con el exterior. El mismo DB HE distingue entre suelos en contacto con el aire exterior y suelos en contacto con espacios no habitables o con el terreno. Por lo general en la mayoría de las edificaciones realizadas con anterioridad a la aplicación de las exigencias de CTE DB HE será necesario incrementar su aislamiento térmico ya que como es sabido en la anterior normativa estas exigencias no se establecían.



Valores límite según tabla 3.1.1.a CTE HE,
valores orientativos apéndice E del CTE HE ($W/m^2 \cdot K$) para suelos

ZONA CLIMÁTICA	α	A	B	C	D	E
Tabla 3.1.1.a. Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U_s , U_m)	0,80	0,70	0,56	0,49	0,41	0,37
Tabla 3.1.1.a. Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno (U_t)	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,59
Apéndice E. Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U_m , U_s)	0,56	0,50	0,38	0,29	0,27	0,23
Apéndice E Elementos en contacto con espacios no habitables o terreno (U_t)	0,80	0,80	0,69	0,48	0,48	0,48

Por otro lado, la tabla 3.2 del CTE HE ofrece un valor límite para particiones interiores en edificios de uso residencial privado, cuando delimiten unidades de mismo uso, de uso diferente y verticales u horizontales.

Valores límite según tabla 3.2 CTE HE1:
Transmitancia térmica límite de particiones interiores, U_{lim} [$W/m^2 \cdot K$]

	TIPO DE ELEMENTO	ZONA CLIMÁTICA DE INVIERNO					
		α	A	B	C	D	E
Entre unidades del mismo uso	Particiones horizontales	1,90	1,80	1,55	1,35	1,20	1,00
Entre unidades de distinto uso	Particiones verticales	1,40	1,40	1,20	1,20	1,20	1,00
Entre unidades de uso y zonas comunes	Particiones horizontales y verticales	1,35	1,25	1,10	0,95	0,85	0,70

Síntesis del procedimiento de comparación con los valores límite

TIPO DE CERRAMIENTO	COMPONENTES	PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS	PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS MEDIOS	COMPARACIÓN CON VALORES LÍMITE
SUELOS	S1 Apoyados sobre el terreno	U_{S2}	$U_{Hm} = \frac{\sum A_s \cdot U_s}{\sum A_s}$	$U_{sm} < U_{slim}$
	S2 En contacto con espacios no habitables	U_{S2}		
	S3 En contacto con el aire exterior	U_{S3}		

En teoría el incremento de aislamiento térmico de las divisiones horizontales se puede realizar actuando tanto por encima o por debajo de la divisoria.

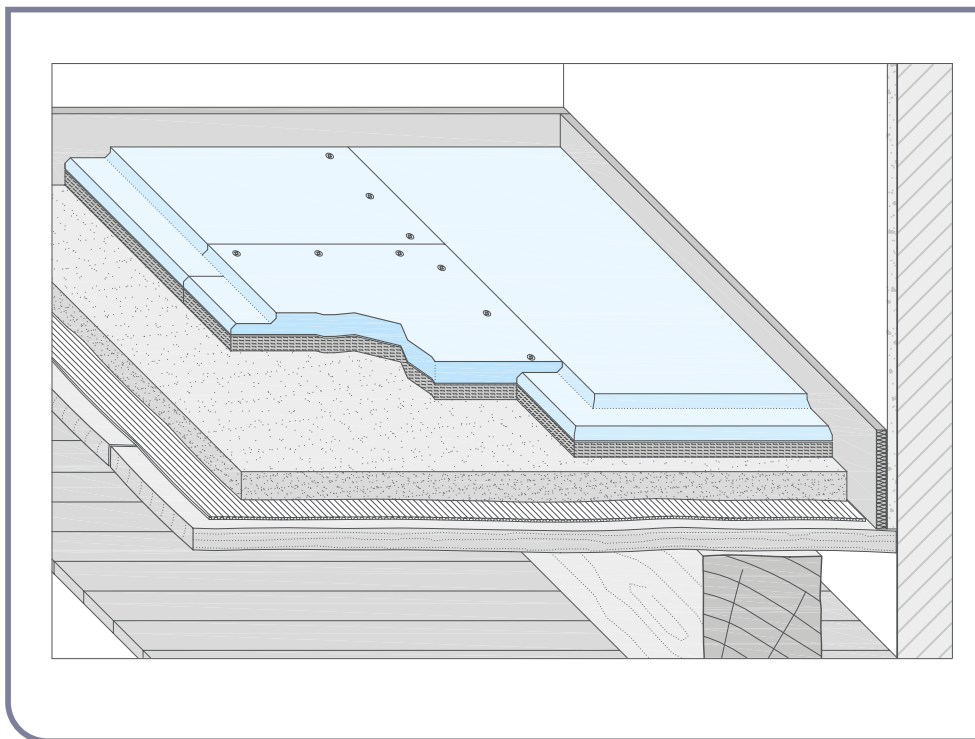
Si la zona no habitable es accesible se actuará de forma muy similar a la descrita en el capítulo 9.2.1. "Rehabilitación en cubiertas planas". Teniendo en cuenta que el valor de la transmitancia origen variará mínimamente debido a que el tipo de solado interior no requerirá el tratamiento impermeabilizante de la cubierta planas estudiadas.

En los forjados en contacto con el exterior, como en los casos de los soportales, si se actúa por debajo del forjado las soluciones a aplicar serán iguales a las descritas anteriormente con la única salvedad de que la instalación que la placa externa deberá ser tipo impregnada en la mayoría de los casos. Si se prevé que el paramento externo pueda estar en contacto con el agua de lluvia, se sustituirá esta placa por otra del tipo Aquapanel® Outdoor.

En la mayoría de los casos será más factible actuar por encima de la zona habitable del recinto. En estos casos la solución Knauf idónea será la instalación de una Solera Seca Brío sistema F12.es. Con ayuda de la Hoja Técnica correspondiente se podrá diseñar la solera más adecuada según el forjado a rehabilitar teniendo en cuenta, además de los condicionantes térmicos, los correspondientes a aislamientos acústicos y de resistencia al fuego.

En los cálculos desarrollados en el presente estudio no se ha aplicado la solución base, suficiente para nuestro propósito térmico.



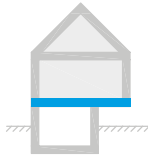


El estudio de todas las soleras secas y los techos suspendidos se ha realizado siguiendo el procedimiento indicado en el CTE DB HE y en la mayor parte de los valores reseñados en el Catálogo de Elementos Constructivos redactado por Instituto Eduardo Torroja. Cuando en el citado documento no se han hallado los datos requeridos, estos se han obtenidos de los fabricantes correspondientes. Incluimos el desglose del cálculo del primer elemento constructivo estudiado. En todos los demás se ha aplicado la misma técnica.

9.3.1. Rehabilitación con solera seca Brio

REFORMA POR EL INTERIOR

ZONAS CLIMÁTICAS



Losa de hormigón

Reforma interior con solera seca Knauf Brio F12es

SIN REFORMA

Espesor (mm)



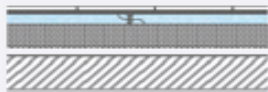
Forjado existente

	Espesor (mm)
1. Solado	25
2. Mortero de agarre	15
3. Solera	70
4. Losa de hormigón	300
5. Enlucido de yeso	15

Zona climática	Cumplimiento DBHE Anejo E	Transmitancia U (W/m²K)
α	No cumple	2,31
A	No cumple	
B	No cumple	
C	No cumple	
D	No cumple	
E	No cumple	

CON REFORMA KNAUF

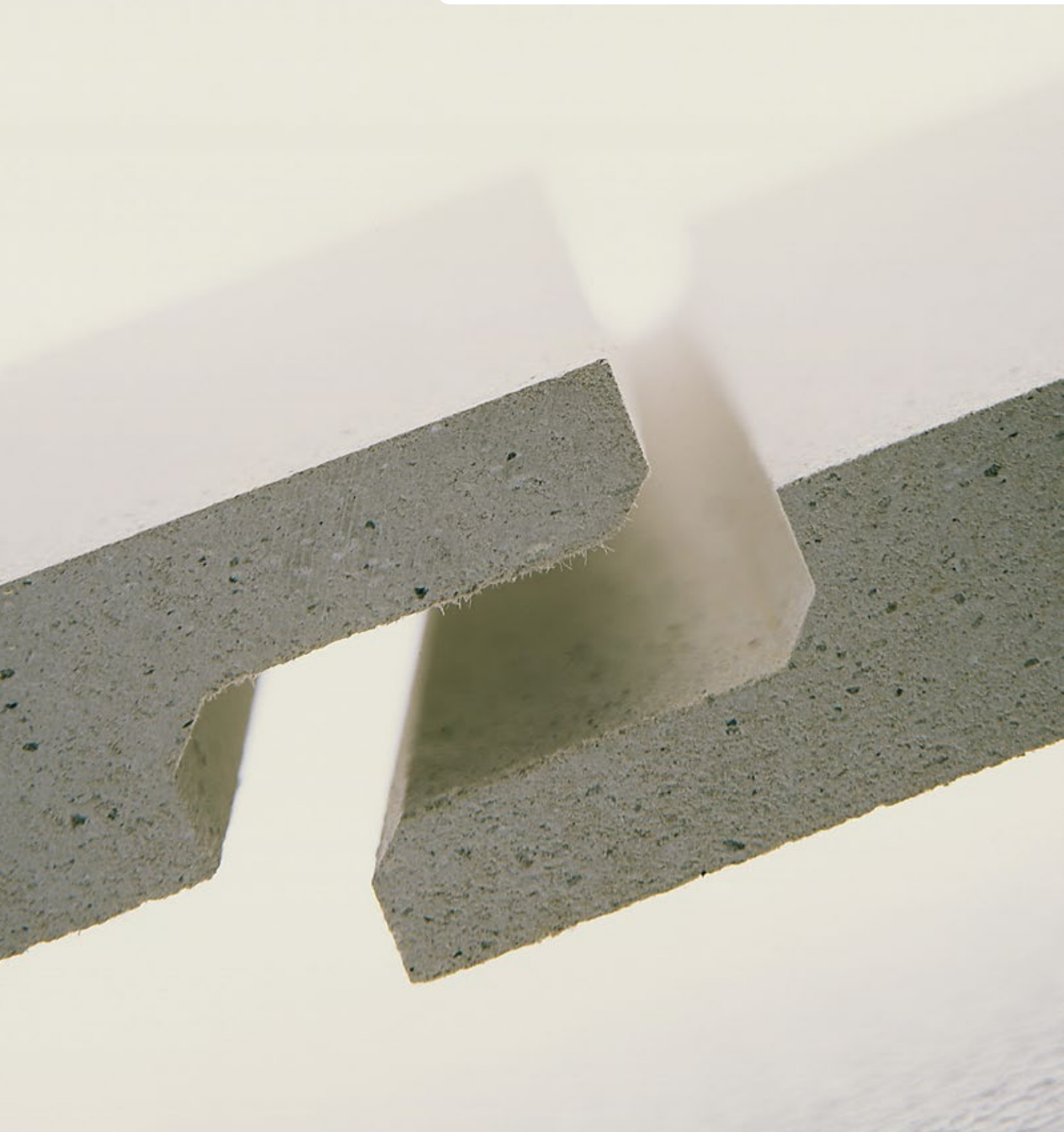
Espesor (mm)

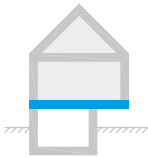


SISTEMA KNAUF

	Espesor (mm)
1. Acabado	–
2. Brio 23	23
3. EPS	e
4. Granulado nivelación	20
5. Losa de hormigón	300
6. Enlucido de yeso	15

Zona climática	Espesor "e" aislamiento DBHE	Transmitancia U (W/m²K)
α	50	0,523
A	60	0,455
B	80	0,361
C	110	0,276
D	120	0,256
E	140	0,223





Forjado unidireccional

Reforma interior con solera seca Knauf Brio F12es

SIN REFORMA		Espesor (mm)
<p>Forjado existente</p>	1. Solado	25
	2. Mortero de agarre	15
	3. Solera	70
	4. Forjado unidireccional	300
	5. Enlucido de yeso	15

Zona climática	Cumplimiento DBHE Anejo E	Transmitancia U (W/m²K)
α	No cumple	1,57
A	No cumple	
B	No cumple	
C	No cumple	
D	No cumple	
E	No cumple	

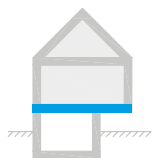
CON REFORMA KNAUF		Espesor (mm)
<p>SISTEMA KNAUF</p>	1. Acabado	–
	2. Brio 23	23
	3. EPS	e
	4. Granulado nivelación	20
	5. Forjado unidireccional	300
	6. Enlucido de yeso	15

Zona climática	Espesor "e" aislamiento DBHE	Transmitancia U (W/m²K)
α	50	0,473
A	50	0,473
B	70	0,372
C	100	0,282
D	110	0,261
E	130	0,227

9.3.2. Rehabilitación de forjados con techo suspendido Knauf

REFORMA POR EL INTERIOR

ZONAS CLIMÁTICAS



Losa de hormigón

Reforma exterior con techo suspendido Knauf Aquapanel D28.es

SIN REFORMA		Espesor (mm)
<p>Forjado existente</p>	1. Solado	25
	2. Mortero de agarre	15
	3. Solera	70
	4. Losa de hormigón	300
	5. Enfoscado cemento	15

Zona climática	Cumplimiento DBHE Anejo E	Transmitancia U (W/m²K)
α	No cumple	2,31
A	No cumple	
B	No cumple	
C	No cumple	
D	No cumple	
E	No cumple	

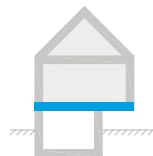
CON REFORMA KNAUF		Espesor (mm)
<p>SISTEMA KNAUF</p>	1. Solado cerámico	8
	2. Mortero de agarre	5
	3. Solera flotante	70
	4. Forjado unidireccional	300
	5. Enfoscado cemento	15
	6. Cámara de aire no ventilada	50
	7. Lana mineral 0,037 W/mK	e
	8. Placa KNAUF Aquapanel Skylite 8 mm	15

Zona climática	Espesor "e" aislamiento DBHE	Transmitancia U (W/m²K)
α	50	0,484
A	50	0,484
B	70	0,384
C	100	0,293
D	120	0,253
E	140	0,222



REFORMA POR EL INTERIOR

ZONAS CLIMÁTICAS



Forjado unidireccional Reforma exterior con techo suspendido Knauf Aquapanel D28.es

SIN REFORMA	Esesor (mm)
<p>Forjado existente</p>	<ol style="list-style-type: none"> Solado 25 Mortero de agarre 15 Solera 70 Forjado unidireccional 300 Enfoscado cemento 15

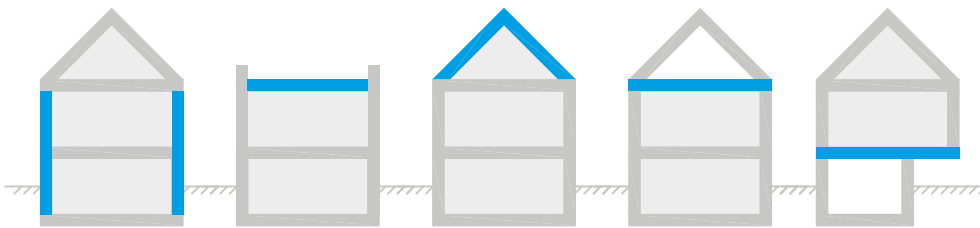
Zona climática	Cumplimiento DBHE Anejo E	Transmitancia U (W/m²K)
α	No cumple	1,57
A	No cumple	
B	No cumple	
C	No cumple	
D	No cumple	
E	No cumple	

CON REFORMA KNAUF	Esesor (mm)
<p>SISTEMA KNAUF</p>	<ol style="list-style-type: none"> Solado cerámico 8 Mortero de agarre 5 Solera flotante 70 Forjado unidireccional 300 Enfoscado cemento 15 Cámara de aire no ventilada 50 Lana mineral 0,037 W/mK e Placa KNAUF Aquapanel Skylite 8 mm 15

Zona climática	Esesor "e" aislamiento DBHE	Transmitancia U (W/m²K)
α	50	0,441
A	50	0,441
B	70	0,356
C	100	0,276
D	100	0,276
E	130	0,226

9.4

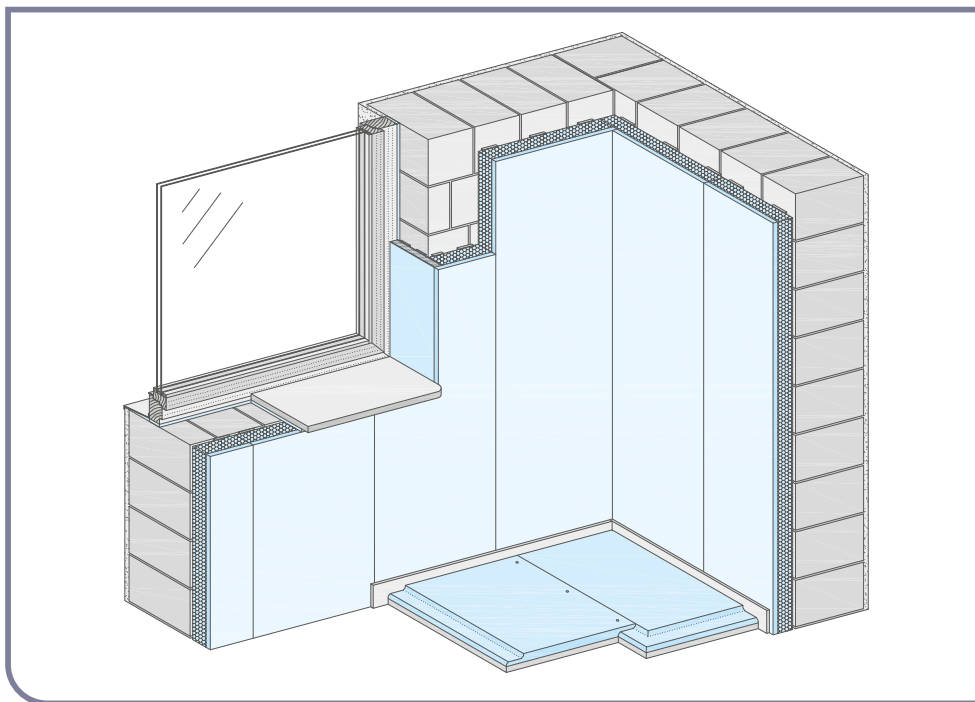
Los sistemas Knauf en la rehabilitación integral de la envolvente térmica



En los capítulos anteriores se han desarrollado las soluciones más genéricas para la rehabilitación energética de viviendas con los sistemas Knauf.

Es evidente que variando el tipo y espesor de los aislantes propuestos, se podrá adaptar la transmitancia necesaria en cada zona o ir más allá de lo requerido por la normativa disminuyendo aún más el consumo de energía y, por consiguiente, las emisiones de CO₂.

En todos los casos del estudio detallado de la obra a rehabilitar y de la correcta instalación de los sistemas proyectados dependerá la obtención de los ahorros de energía previstos.



- Los trasdosados interiores con estructura metálica en fachadas se realizarán según la Hoja Técnica W11.es
- Los trasdosados directos en fachadas interiores, se realizarán según la Hoja Técnica W631.es
- Rehabilitación térmica de fachadas por el exterior se realizarán según la Hoja Técnica WM.es
- Para la ejecución de techos suspendidos, tanto inclinados como horizontales, se tendrá en cuenta la Hoja Técnica D11.es
- Las soleras Secas Brio se realizarán según los detalles expuestos en la Hoja Técnica F12.es

9.5

Puentes térmicos

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.

Los puentes térmicos más comunes en la edificación que se tendrán en cuenta en el análisis se clasifican en:

- 1. Puentes térmicos integrados en los cerramientos.
 - 1.1. Pilares integrados en los cerramientos de las fachadas.
 - 1.2. Contorno de huecos y lucernarios.
 - 1.3. Cajas de persianas.
 - 1.4. Otros puentes térmicos integrados.
- 2. Puentes térmicos formados por encuentro de cerramientos.
 - 2.1. Frentes de forjado en las fachadas.
 - 2.2. Uniones de cubiertas con fachadas.

2.3. Cubiertas con pretil.

2.4. Cubiertas sin pretil.

2.5. Uniones de fachadas con cerramientos en contacto con el terreno.

2.6. Unión de fachada con losa o solera.

2.7. Unión de fachada con muro enterrado o pantalla.

2.8. Esquinas o encuentros de fachadas, dependiendo de la posición del ambiente exterior pueden ser, entrantes o salientes.

■ 3. Encuentros de voladizos con fachadas.

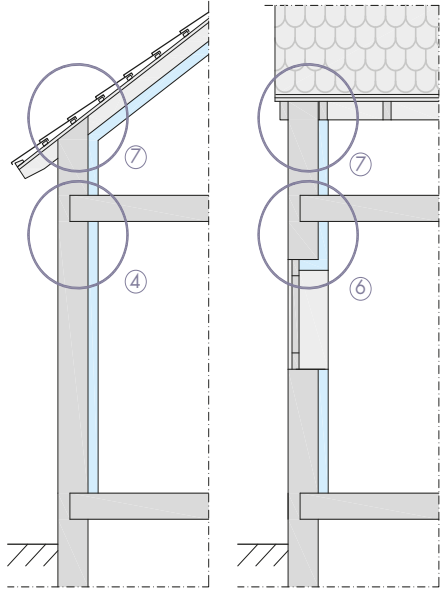
■ 4. Encuentros de tabiquería interior con fachadas.

Así pues se prestará especial cuidado en el diseño y en la ejecución de la obra con el fin de evitar especialmente los puentes térmicos integrados en los cerramientos tales como pilares, contornos de huecos y cajas de persiana.



9.5.1. Detalles constructivos, aislamiento por el interior

Soluciones verticales

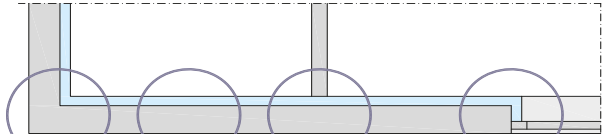


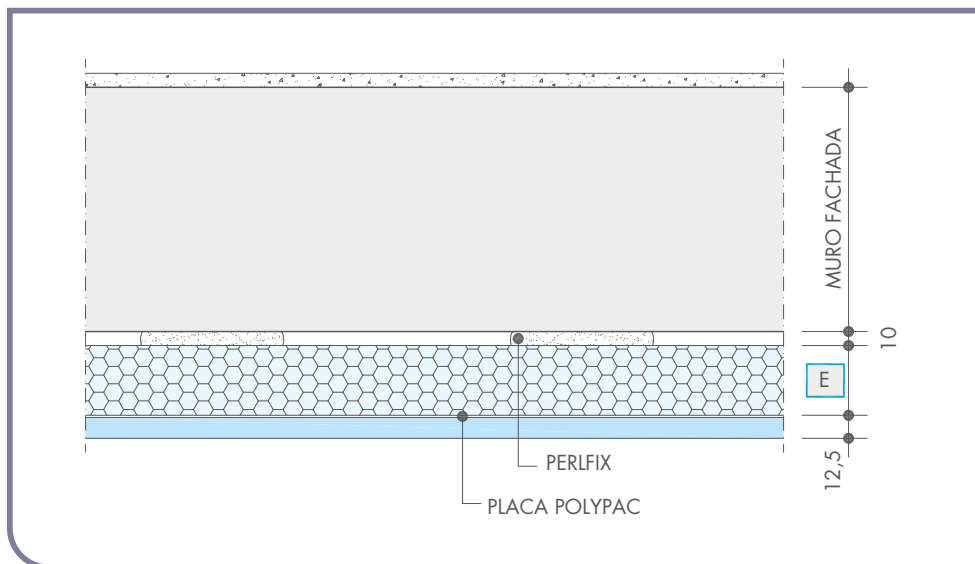
Detalles a desarrollar

1. Fachada regular
2. Esquina en fachada
3. Divisorios interiores
4. Forjado con fachada
5. Jamba con carpintería de ventanas
6. Encuentro con capialzado
7. Encuentro con falsos techos

En los detalles constructivos desarrollados, el espesor y el tipo de aislamiento aplicado (EPS o LM) dependerán del soporte a rehabilitar. Esta circunstancia no tiene por qué influir en la efectividad de cada una de las soluciones adoptadas.

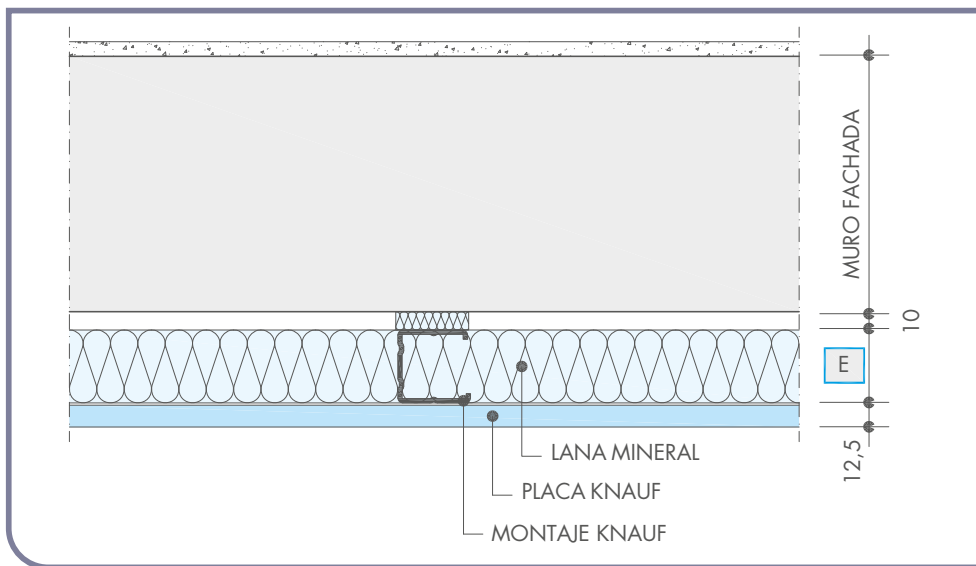
Soluciones horizontales





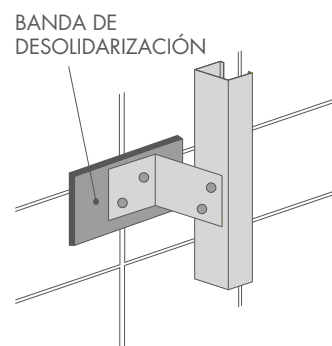
1) Fachada regular

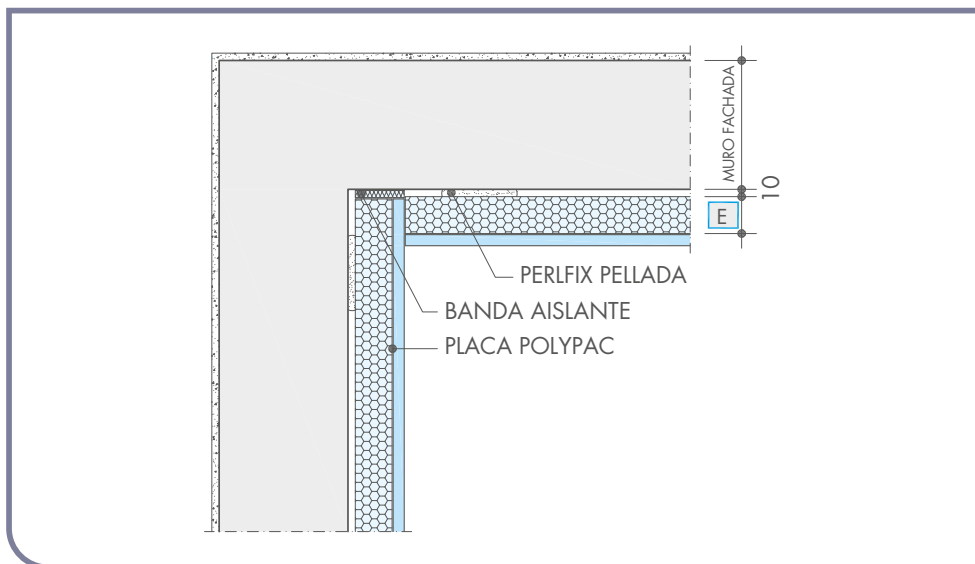
Trasdosado directo de placa transformada POLYPAC con pasta de agarre PERLIFIX sobre el muro de la fachada según W631.es. Como se puede apreciar en la sección transversal no se produce ningún puente térmico.



Trasdosado autoportante con placa Knauf estándar de 15 mm de espesor sujeta a la estructura portante con tornillos TN 35 según sistema W625.es.

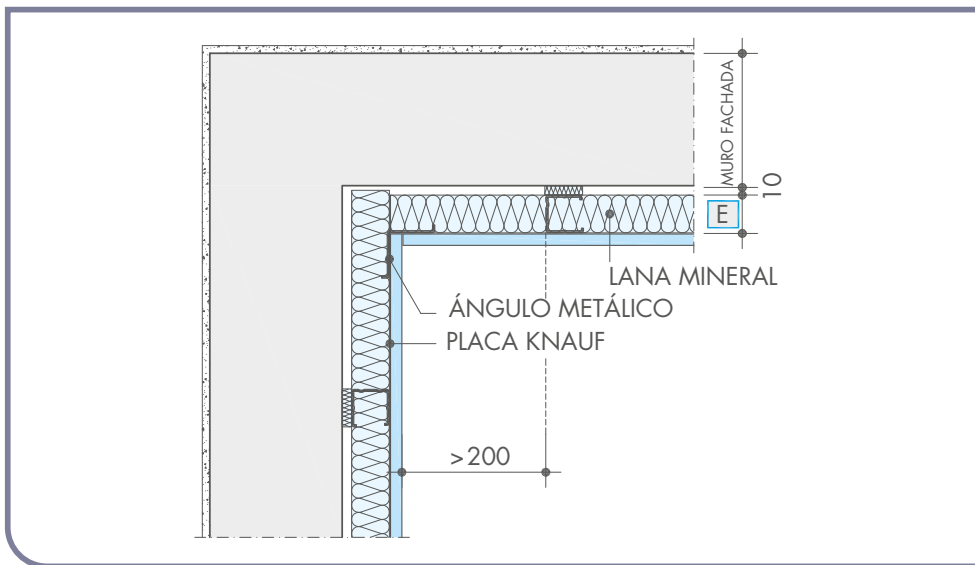
Si debido a la altura libre del trasdosado es necesario su arriostramiento, en la unión de este con el muro se intercalará una banda de desolidarización.





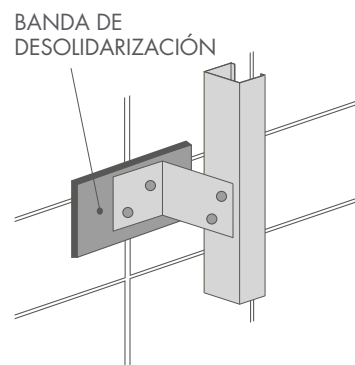
2) Esquinas en fachada

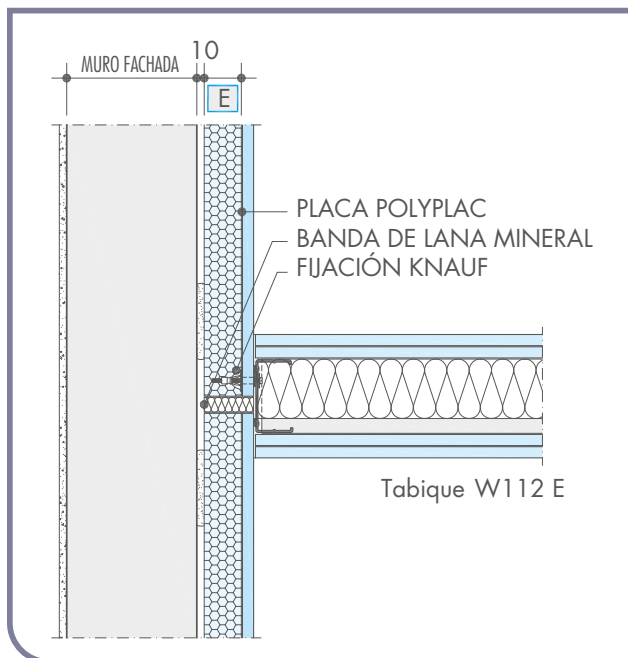
Se aislará la totalidad de la esquina, de tal manera que con el fin de eliminar el posible contacto entre la de placa transformada Polyplac y el muro de fachada, se dispondrá de una banda aislante. Esta banda se podrá realizar en obra con tiras de aislante sobrantes o suministradas precortadas por el proveedor.



En los trasdosados autoportantes W625.es y W623. es la esquina de la cámara del trasdosado se rellenará con lana mineral, sobrepasando la anchura de la placa trasdosada.

Al igual que en la fachada regular si debido a la altura libre del trasdosado es necesario su arriostamiento, en la unión de este con el muro se intercalara una banda de desolidarización.

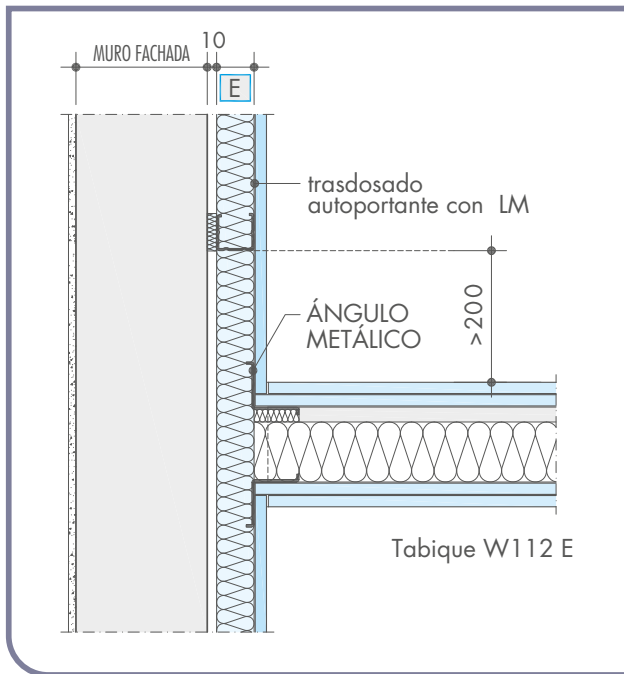




3) Divisorios interiores

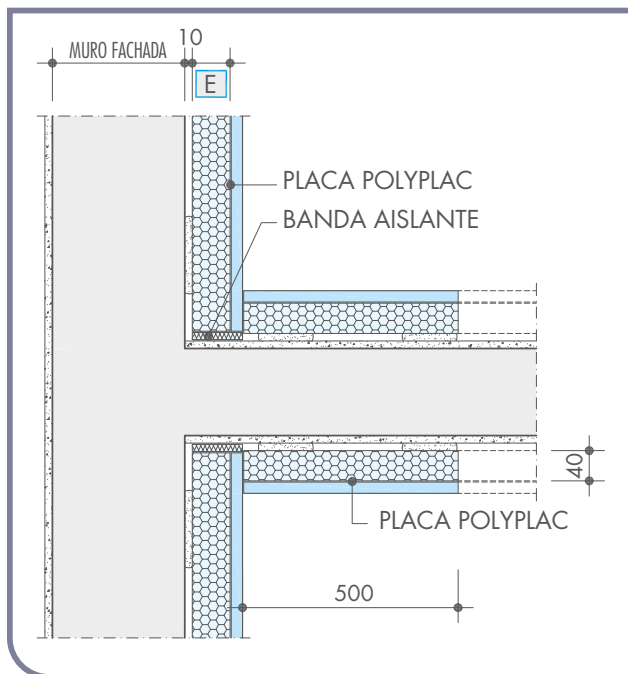
Divisorios en la distribución interior de recintos Trasdoso W631.es

Cuando el tabique de distribución interior acomete a un trasdoso de fachadas con Polyplac, será necesario instalar en él una banda de lana mineral coincidiendo con el eje del tabique de distribución. Con ello paliaremos la posible transmisión acústica por los flancos sin menoscabar el aislamiento térmico previsto.



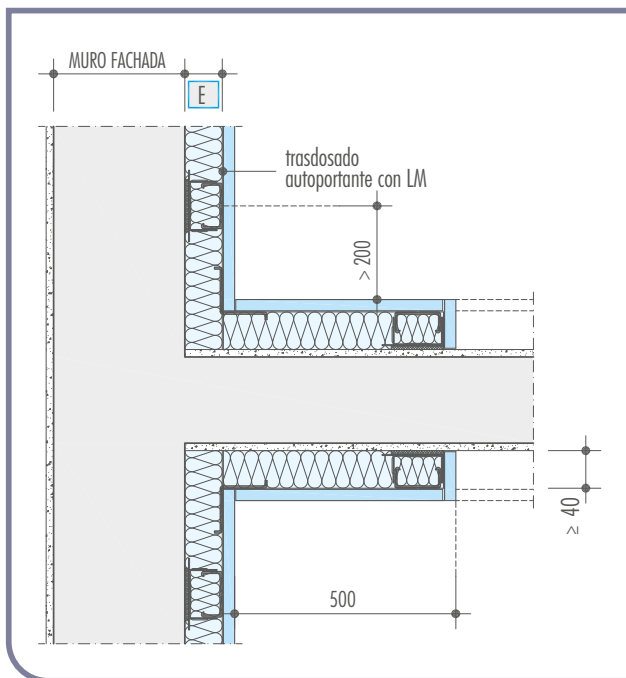
Divisorios en la distribución interior de recintos
Trasdosado W625.es

Cuando el tabique de distribución interior acomete a un trasdosado de fachadas autoportante se procurará que los perfiles del entramado no coincidan. Es una buena solución fijar el arranque del tabique con dos perfiles auxiliares en ángulo, situando los montantes del trasdosado a 200 mm de ellos.



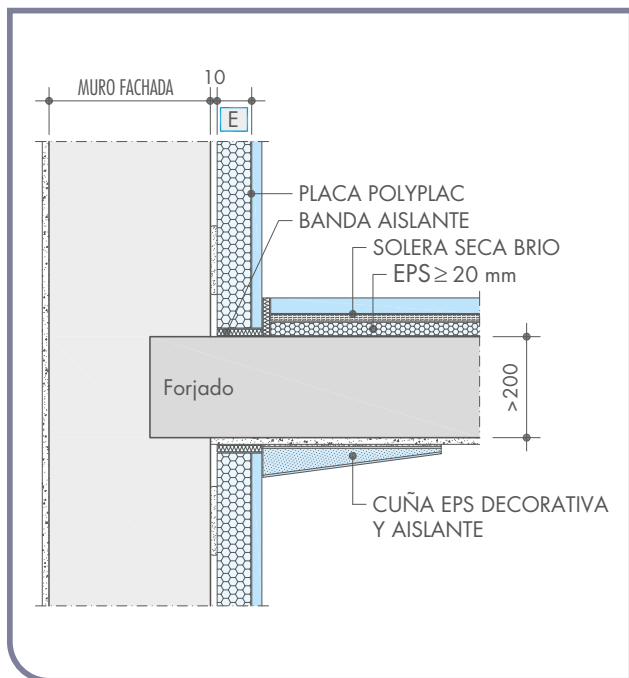
**Separación entre viviendas
o recintos con muros
tradicionales y trasdosados
W631.es**

Si los divisorios están construidos con muros de fábrica o de hormigón, será necesario aislar la cámara del trasdosado hasta unos 50 cm de la fachada, para así evitar los puentes térmicos derivados de la menor resistencia térmica de la obra tradicional.



**Separación entre viviendas
o recintos con muros
tradicionales y trasdosados
W623.es o W625.es**

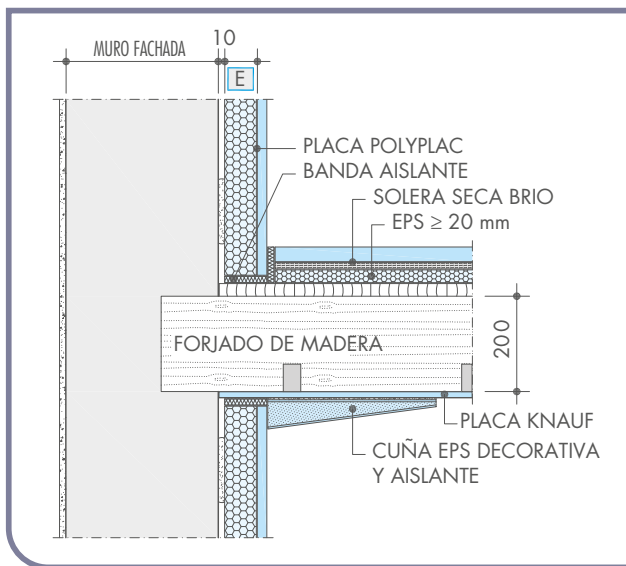
Cuando el divisorio entre recintos o viviendas es un muro de hormigón o de fábrica y se actúa con trasdosado autoportante de entramado, es una buena solución fijar el arranque del tabique con dos perfiles auxiliares en ángulo, situando los montantes del trasdosado a 200 mm de ellos y aislar la cámara del trasdosado hasta 500 mm como mínimo.



4) Forjados con fachada

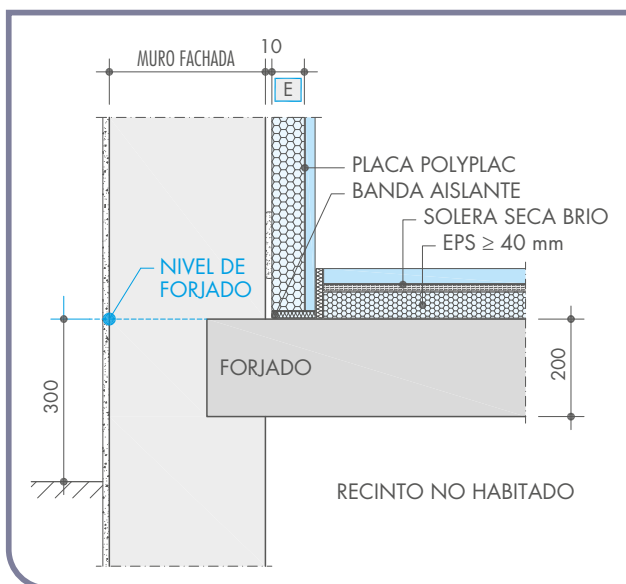
Separación entre viviendas o recintos con muros tradicionales y trasdosados W631.es

Si los divisorios están contru-
idos con muros de fábrica o de
hormigón, será necesario ais-
lar la cámara del trasdosado
hasta unos 50 cm de la facha-
da, para así evitar los puentes
térmicos derivados de la menor
resistencia térmica de la obra
tradicional.



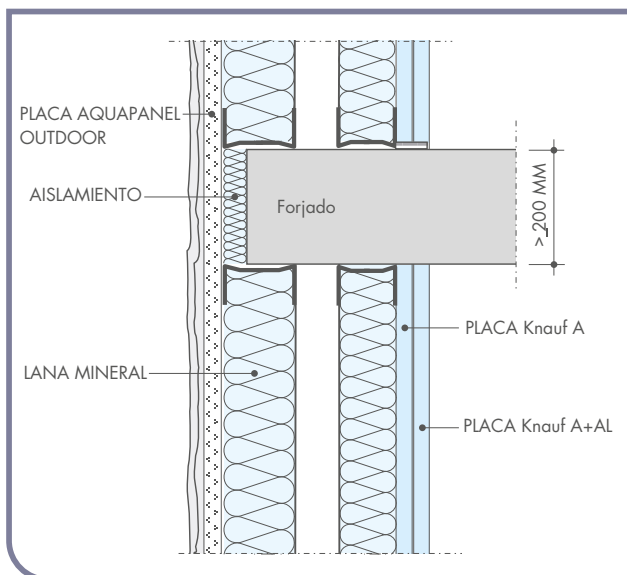
Forjado de madera con canto sin aflorar al exterior de la fachada

El encuentro del trasdosado con la solera seca Brio se resolverá apoyando la placa Polyplac al forjado con una banda aislante intermedia. El encuentro del trasdosado con la cara inferior del forjado de la estancia inferior se resolverá instalando una cuña de EPS a modo de escocia no aparente.



Forjado de hormigón con canto del forjado sin aflorar al exterior de la fachada

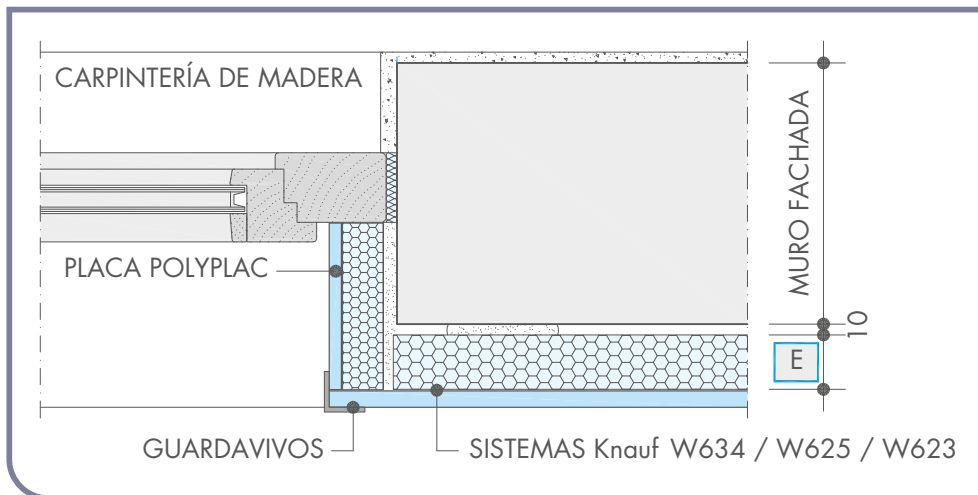
Cuando el forjado sea el divisorio entre una zona habitada de otra no habitada como por ejemplo un sótano se prescindirá en este tanto del trasdosado.



Forjado de hormigón con canto del forjado enrasado con la superficie exterior

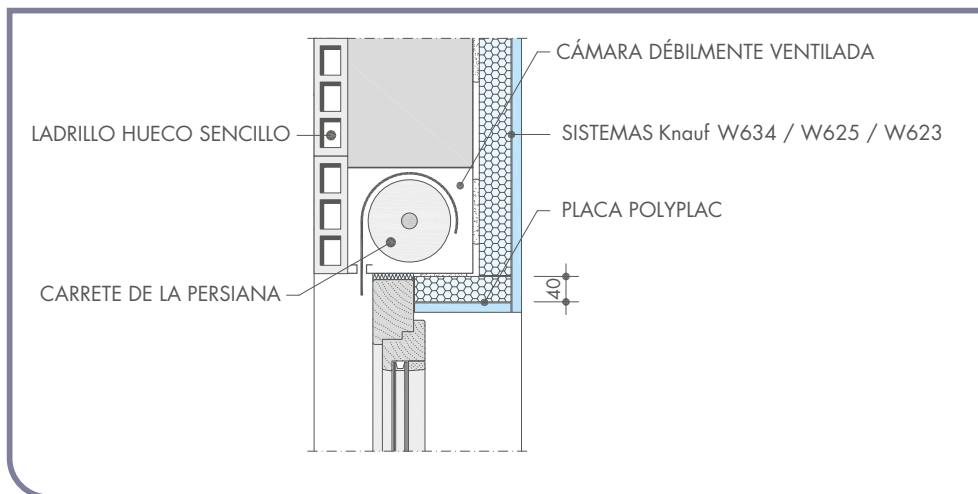
En estos casos se evita el puente térmico derribando la fachada a rehabilitar y se sustituye por el sistema Aquapanel® Outdoor WM311C.es: Cerramiento completo con revestimiento continuo.

También se puede optar por los sistemas Aquapanel® Outdoor WM311C.es o WM411C.es.



5) Jambas con carpintería de ventanas

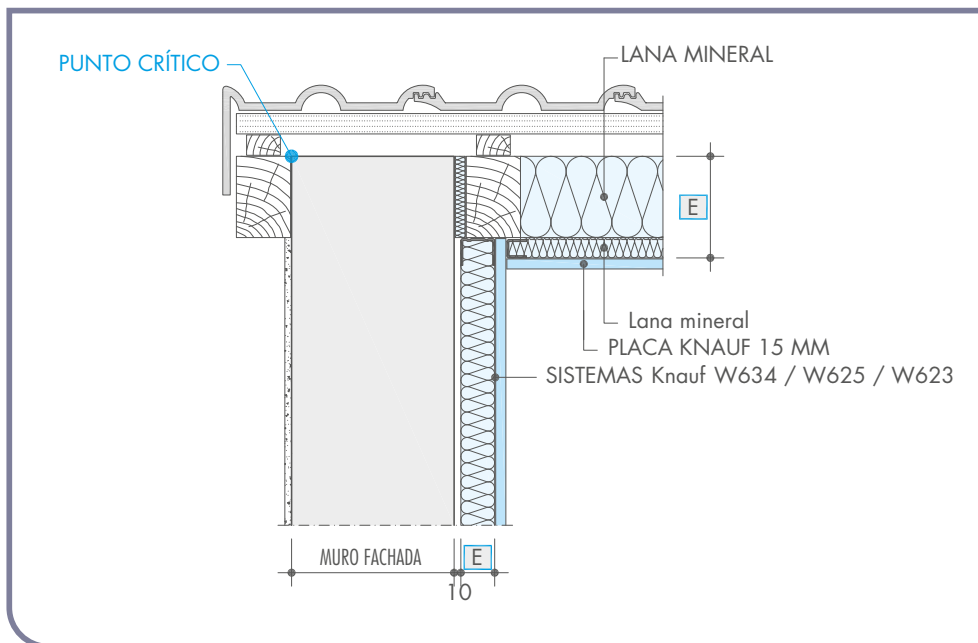
Es sumamente importante continuar con idéntica resistencia térmica en la jamba interior que acomete a la carpintería de la ventana. Según el tipo y disposición de la carpintería se instalarán los sistemas Knauf W 634.es, W625.es o W 623.es.



6) Encuentros con capialzados

Por lo general las cajas de persiana son las partes de las fachadas en donde existe más dificultad en realizar una rehabilitación correcta. Con independencia del efecto estético, una buena solución será sustituir las antiguas cajas interiores por otras exteriores.

En el caso de que ello no sea posible se prolongará el trasdosado interior vertical al dintel horizontal hasta alcanzar la carpintería de la ventana.

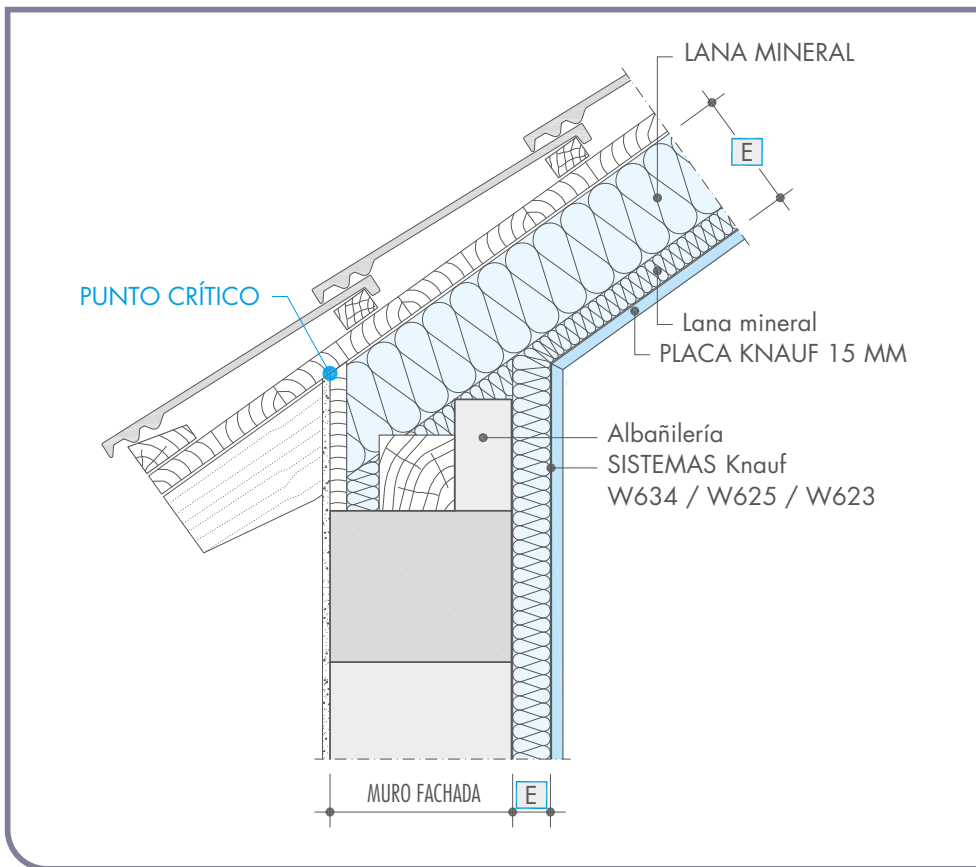


7) Encuentros con falsos techos

Se realizarán de tal forma que una vez ejecutados proporcionarán una envolvente interior sin solución de continuidad.

Por su mayor dificultad prestaremos más atención en la realización de los techos inclinados.

Se rellenará el entrevigado con lana mineral. Su espesor coincidirá con la altura de las viguetas, debajo de estas se instalará el falso techo compuesto por placa Knauf de 15 mm y lana mineral de menor espesor. Este conjunto encajará con el trasdosado de las fachadas si que se produzca ningún resquicio entre ambos aislamientos.



En el ejemplo grafiado la modulación de las viguetas es de 60 cm y su altura corresponde a una escuadría normal con una altura de 15 cm.

9.5.2. Detalles constructivos aislamiento por el exterior

A continuación se exponen algunas de las soluciones genéricas en los encuentros entre fachadas, techos, soleras etc.

Soluciones verticales



Detalles a desarrollar

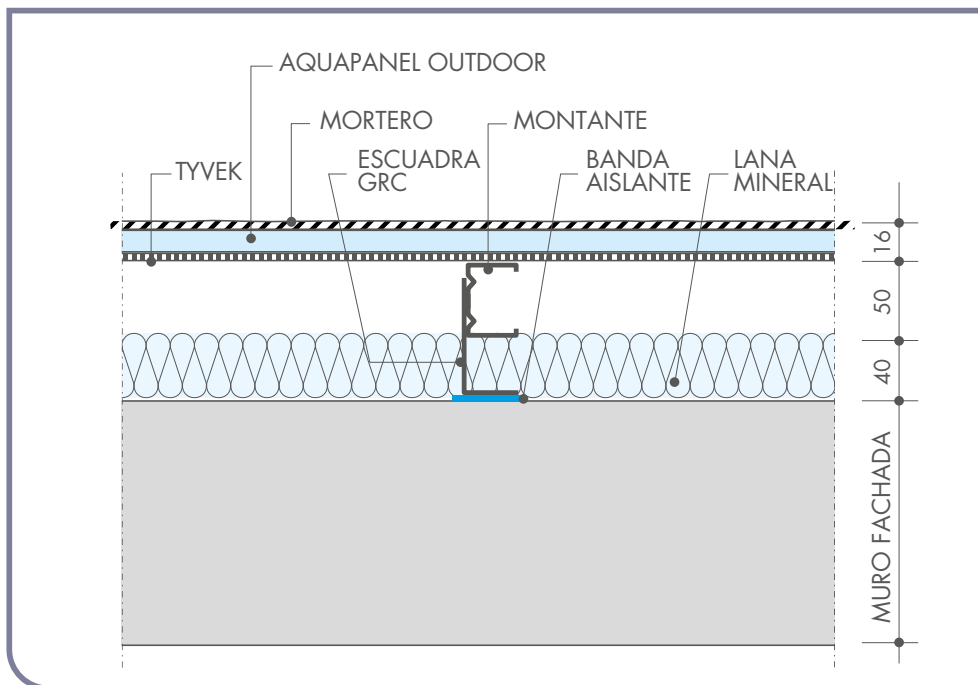
1. Fachada regular
2. Esquina en fachada
3. Forjado y pilares con fachada
4. Jamba con carpintería de ventanas
5. Encuentro con capialzado
6. Encuentro con alfeizar

En los detalles constructivos desarrollados, el espesor y el tipo de aislamiento aplicado (EPS o LM) dependerán del soporte a rehabilitar. Esta circunstancia no tiene por qué influir en la efectividad de cada una de las soluciones adoptadas.

Soluciones horizontales

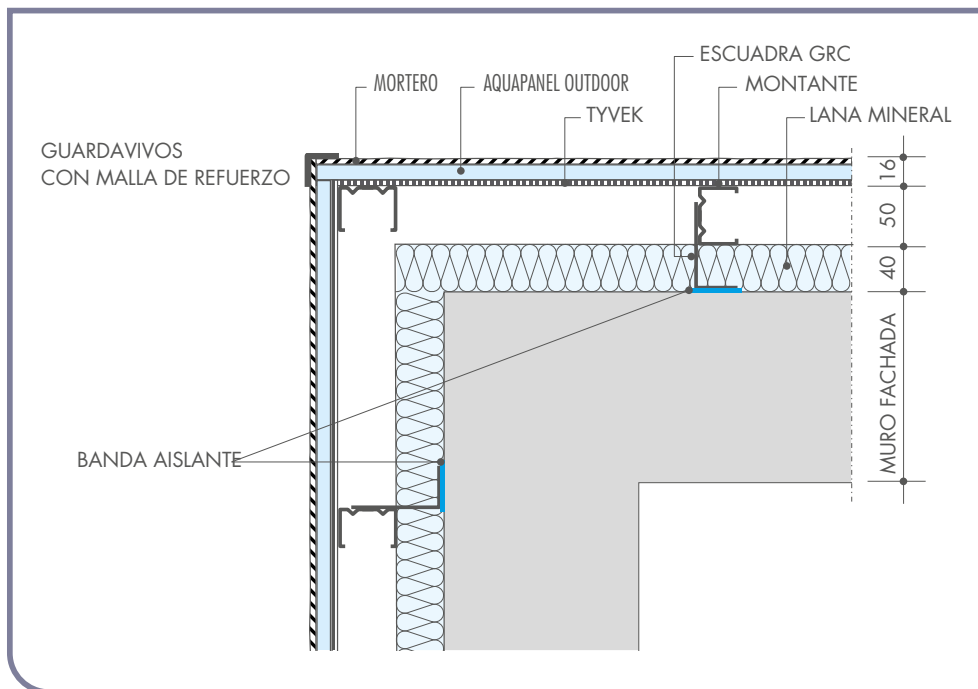






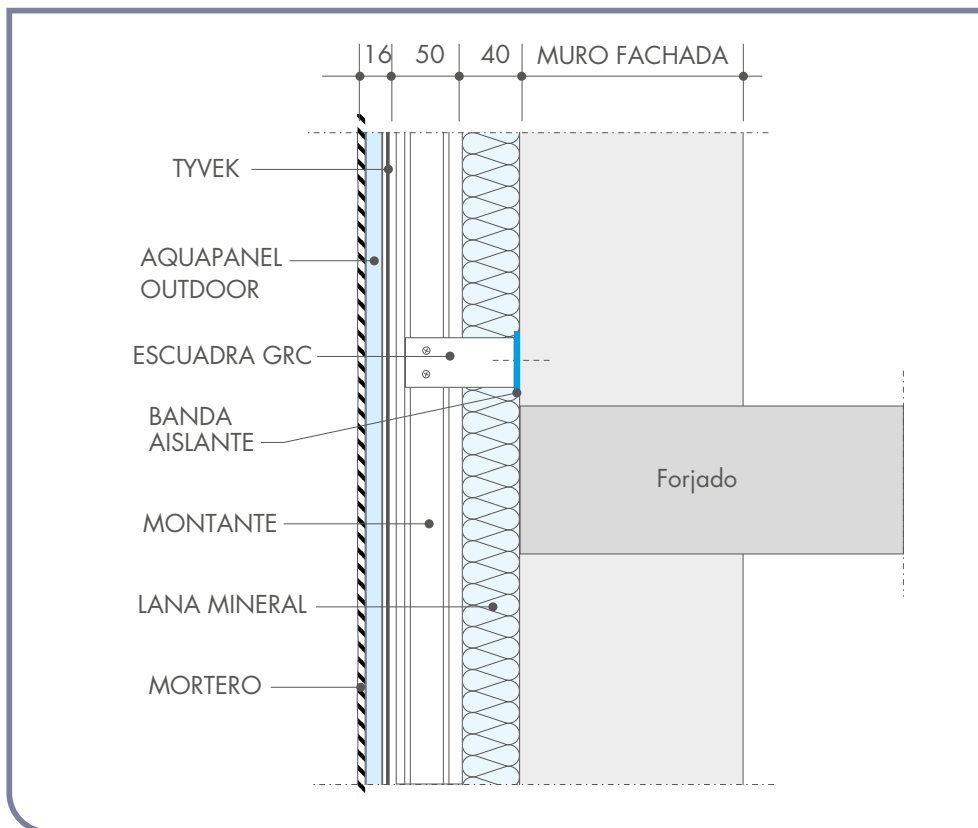
1) Fachada regular

La rehabilitación de fachadas por el exterior aplicando el sistema Aquapanel® Outdoor WL.es con aislamiento térmico, ofrece grandes ventajas, ya que a la vez que se incrementa el aislamiento mejora su aspecto exterior. Todo ello evitando la mayor parte de los puentes térmicos existentes en la fachada antigua.



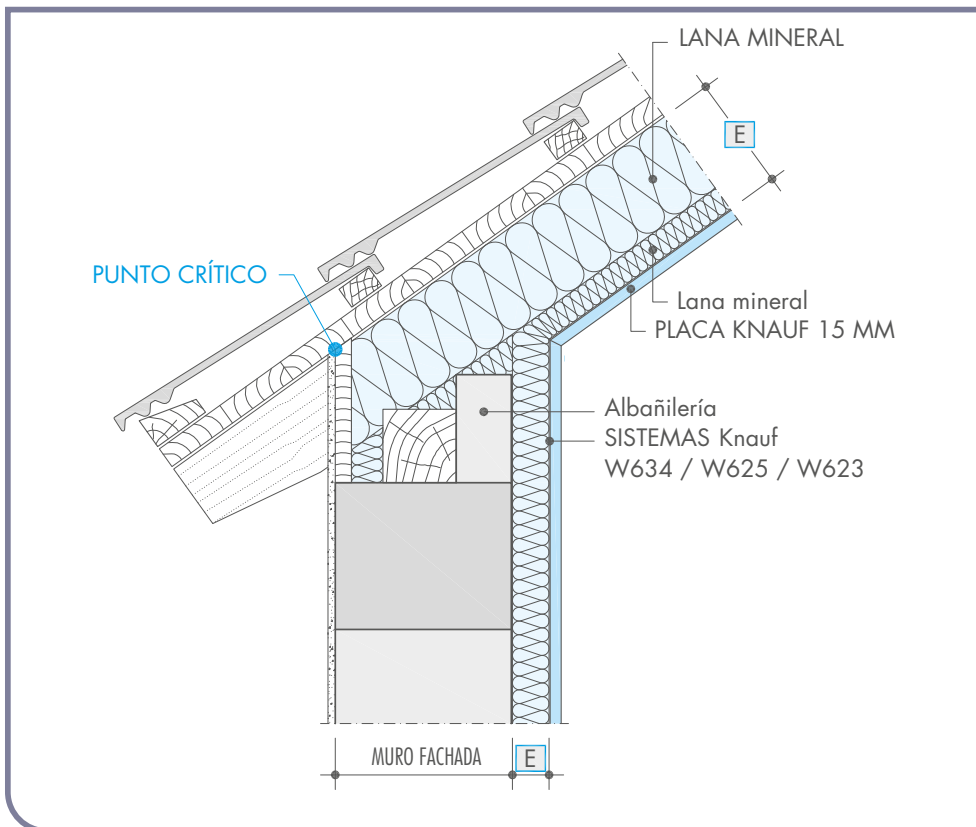
2) Esquina de fachada

Se aislará totalmente la esquina solapándose los frentes del aislante. En la esquina de la envolvente con placa Aquapanel® quedará perfectamente hermético, cubriéndose con un guardavivos de PVC con malla de refuerzo.

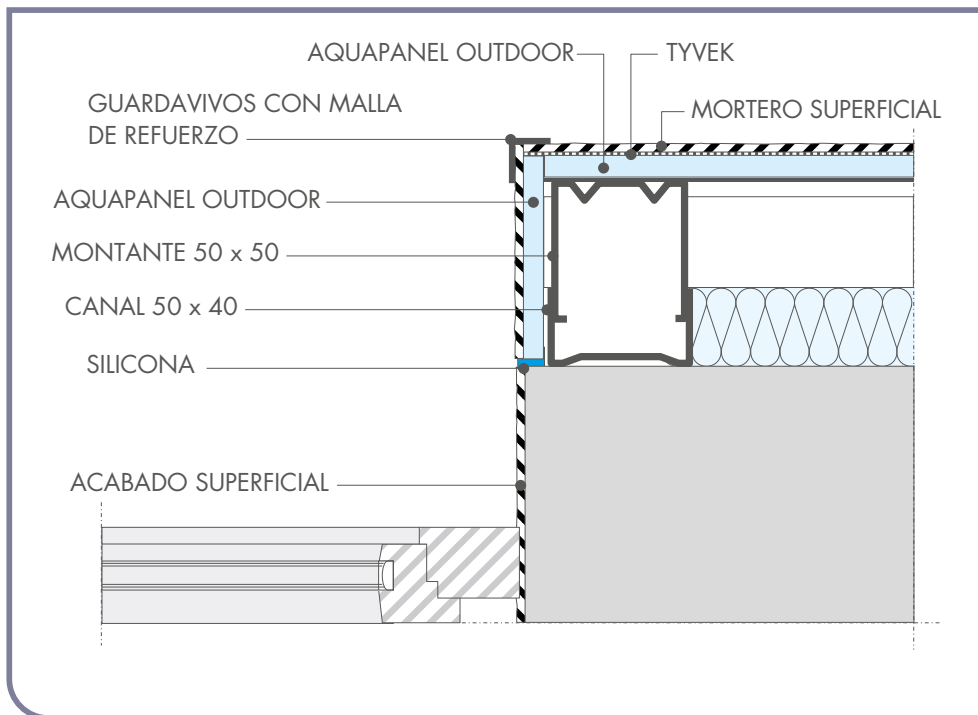


3) Forjados y pilares con fachada

Con Aquapanel® Outdoor WL.es, tanto los forjados como los eventuales pilares enrasados con la fachada quedan aislados térmicamente del exterior de tal manera que solucionan totalmente la formación de puentes térmicos a la par que uniformizan estéticamente el edificio remodelado. Todo ello sin ninguna actuación adicional al diseño previsto.

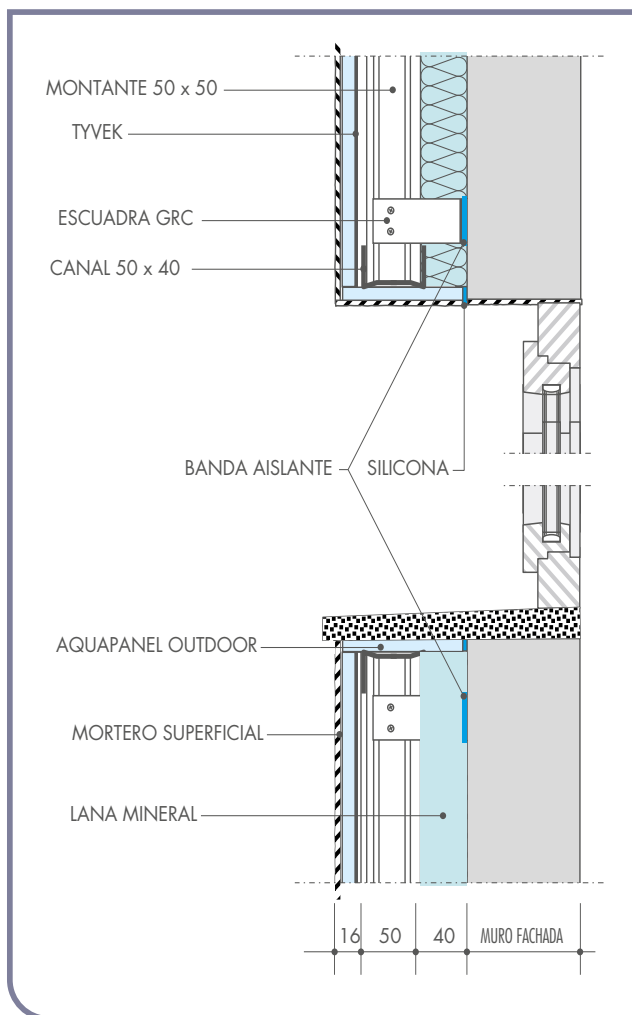


En el ejemplo grafiado la modulación de las viguetas es de 60 cm y su altura corresponde a una escuadría normal con una altura de 15 cm.



4) Jamba con carpintería de ventanas

Se comprobará que la fijación de los cercos de las carpinterías que forman los huecos de las ventanas, se realiza de tal manera que quede garantizada la estanquidad a la permeabilidad del aire.



5) Encuentro con ventana, capialzado y alféizar

La permeabilidad al aire de las carpinterías, medida con una sobrepresión de 100Pa, tendrá unos valores inferiores a los siguientes:

- 50 m³/h m² para las zonas climática alfa, A y B.
- 27 m³/h m².para las zonas climáticas C, D y E.



RESULTADOS DE LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

10.1.	Resultados de la rehabilitación energética	362
10.2.	Una rehabilitación con materiales certificados	368



Resultados de la rehabilitación energética

Como comentado en los capítulos anteriores, la rehabilitación energética de los edificios permite reducir la demanda energética y las emisiones asociadas gracias a la rehabilitación pasiva de la envolvente como medida prioritaria, seguida de la sustitución de las instalaciones térmicas por unas de alta eficiencia, con apoyo de energías renovables.

La cuantificación del ahorro energético y de emisiones de cada medida, así como la calificación energética obtenida, son las herramientas que se utilizan para valorar la efectividad de las medidas a implementar en una rehabilitación energética. Además, en el caso de solicitar subvenciones públicas, esta valoración se debe realizar con las herramientas de certificación energéticas oficiales y es necesario poder demostrar que las medidas propuestas permiten el salto de letra requerido en cada caso.

A título de ejemplo, consideramos un edificio de antes del año 1975, por lo que se considera que no dispone de aislamiento térmico ni acústico.

La tabla siguiente resume valores aproximados del ahorro energético y de la calificación energética que se obtendrían aplicando diferentes medidas de rehabilitación energética en tres zonas climáticas. Considerando que la calificación energética estimada de partida para un edificio de este tipo es una letra F, se observa que la aplicación individual de medidas de mejora de la envolvente, cuales el aislamiento exterior de fachada, el aislamiento exterior de cubierta y el cambio de ventanas, permiten mejorar la calificación energética de una letra. La medida que proporciona más ahorros energéticos es el aislamiento de fachada, que permite unos ahorros de alrededor de un 30%, dependiendo de la zona climática y del grosor y características del aislamiento. La segunda medida más eficaz es el cambio de ventanas, que permite ahorros de

10 RESULTADOS DE LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

10.1. Resultados de la rehabilitación energética





10 RESULTADOS DE LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

10.1. Resultados de la rehabilitación energética

un 8-9%, dependiendo de la zona climática. En último, el aislamiento exterior de cubierta tiene ahorros muy bajos, ya que solo incide sobre la última planta del edificio y para edificios más altos, menor es su contribución en el ahorro energético del total de viviendas.

Sin embargo, una rehabilitación integral de la envolvente, que incluya las tres medidas citadas y la renovación de caldera, permite mejorar la calificación energética de una letra en climas cálidos, con un ahorro energético de alrededor del 50% (B3), y de dos letras en climas templados y fríos (C2, E1), con ahorros energéticos de alrededor del 55-60%.

		ZONA CLIMÁTICA					
		B3		C2		E1	
Medida de rehabilitación		Ahorro energético		Calificación energética		Ahorro energético	
Aislamiento exterior fachada	EPS 6 cm	29,2%	E	31,5%	E	33,2%	E
	EPS/lana mineral 12 cm	33,4%	E	35,2%	E	35,2%	E
Aislamiento exterior cubierta	XPS 8 cm	1,2%	E	1,7%	E	2%	E
	XPS 12 cm	1,3%	E	1,9%	E	2,3%	E
Cambio de ventana	doble bajo emisivo y marco con ruptura de puente térmico	7,9%	E	8,6%	E	9,2%	E
Rehabilitación integral	Aislamiento de fachada exterior EPS 6 cm; Aislamiento de cubierta interior MW 8 cm; renovación de caldera, ventanas con marco PVC y vidrio 4/16/4 bajo emisivo	49,4%	D	55,6%	C	59,7%	C

FUENTE: Simulador de medidas de rehabilitación energética de edificios (*gencat.cat*)



10 RESULTADOS DE LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

10.1. Resultados de la rehabilitación energética

Además, hay que considerar que la instalación de sistemas de generación con fuentes renovables permitiría una mejora adicional del resultado de calificación energética que, según el porcentaje de cobertura de la demanda energética, puede permitir alcanzar letras B y A tanto en energía primaria no renovable como en emisiones de CO₂.

El retorno de la inversión dependerá de la zona donde se haga la rehabilitación puesto que los precios varían considerablemente entre zonas.

10.2

Una rehabilitación con materiales certificados

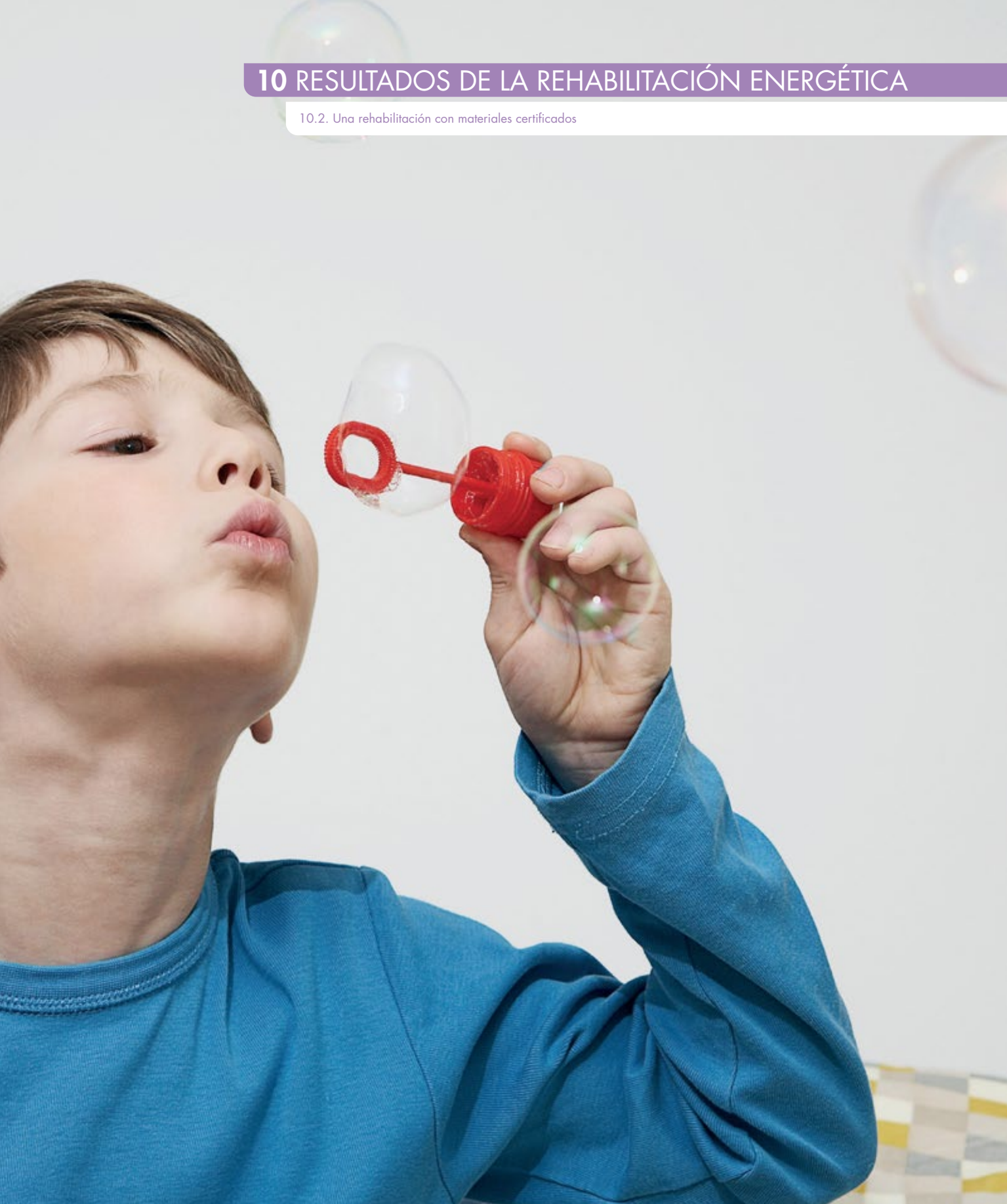
En una rehabilitación energética, con sistemas eficientes, es interesante poder ver las certificaciones que disponen los materiales utilizados.

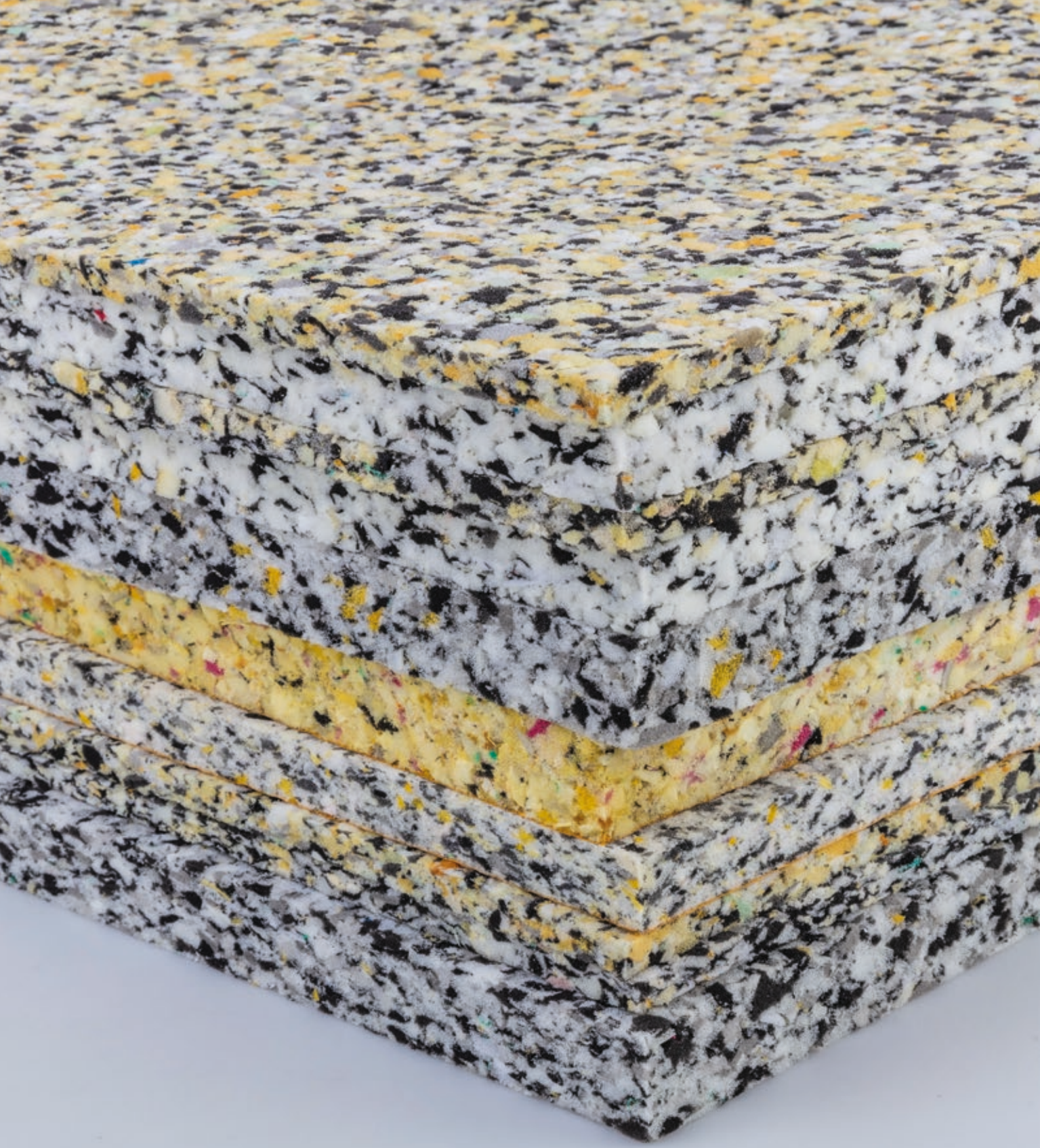
Son muchos los certificados, sellos, etiquetas ecológicas... que existen en todo el mundo, dependiendo del producto, sistema y lo que queramos certificar o demostrar. Algunas de estas certificaciones o declaraciones pueden ser de obligado cumplimiento o bien voluntarias.

Knauf, a nivel mundial, dispone de muchas certificaciones y sellos que avalan la calidad, gestión, salud en el hábitat y respeto con el medio ambiente, pero para sintetizar, a continuación se resumen las certificaciones y sellos más relevantes que se disponen en Knauf España.

10 RESULTADOS DE LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

10.2. Una rehabilitación con materiales certificados





10 RESULTADOS DE LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

10.2. Una rehabilitación con materiales certificados



REGIONALIDAD



Declare



PRODUCTO	RECICLADO	FÁBRICAS	PROVEEDOR CARTÓN	DAP	C2C SILVER	DECLARE	HDP
Knauf Standard A 12,5 Knauf Standard A 15	•	•	•	•	•	•	
Knauf Lightboard A 12,5 Knauf Lightboard Horizon 12,5"	•	•	•	•	•	•	
Knauf Cortafuego DF 12,5 Knauf Cortafuego DF 15 Knauf Cortafuego DF 25 Knauf Alta Dureza DI 12,5 Knauf Alta Dureza DI 15	•	•	•	•			•
Knauf Acustik 12,5 Knauf Acustik 15 Knauf Diamant DFH11R 12,5 Knauf Diamant DFH11R 15	•	•	•	•			•
Knauf Impregnada H1 12,5 Knauf Impregnada H1 15	•	•	•	•			•
Knauf Maciza DFH2 20	•	•	•	•			
Knauf Standard A 25/900 Knauf Alta Dureza DI 18/900	•	•	•				
Knauf AQUAPANEL® Outdoor 12,5	•			•			
Knauf Silentboard	•			•			
Knauf Safeboard	•			•			
SUELOS Knauf Tecnosol Knauf Brio	•			•			
TECHOS Knauf Organic Knauf Cleaneo Akustik Knauf Danoline Cleaneo	•			•			
PERFILES Perfiles Z1 y Z4	•			•	•	•	
PASTAS Knauf Unik 24H Knauf Unik Versátil 30' y 1H Knauf Unik 2H y 4H Knauf Unik Fill & Finish		>50%		•			•

• Consultar www.knauf.es/sostenibilidad para las últimas actualizaciones de documentos y certificados.



10 RESULTADOS DE LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

10.2. Una rehabilitación con materiales certificados



CONTENIDO VOC



PRODUCTO	A+	TVOC	IBR SEAL	INDOOR CLIMATE LABEL	ASTM D2369-10	EXCELL+
PLACAS YESO LAMINADO	Knauf Standard A 12,5 Knauf Standard A 15	•	•	•		•
	Knauf Lightboard A 12,5 Knauf Lightboard Horizon 12,5"	•	•	•		
	Knauf Cortafuego DF 12,5 Knauf Cortafuego DF 15 Knauf Cortafuego DF 25 Knauf Alta Dureza DI 12,5 Knauf Alta Dureza DI 15	•	•	•		•
	Knauf Acustik 12,5 Knauf Acustik 15 Knauf Diamant DFH1IR 12,5 Knauf Diamant DFH1IR 15	•		•		
	Knauf Impregnada H1 12,5 Knauf Impregnada H1 15	•	•	•		•
	Knauf Maciza DFH2 20	•	•	•		
	Knauf Standard A 25/900 Knauf Alta Dureza DI 18/900	•	•	•		•
	Knauf AQUAPANEL® Outdoor 12,5		•	•		
	Knauf Silentboard		•			
	Knauf Safeboard	•	•			
SUELOS	Knauf Tecnosol Knauf Brio	•	•	•		
TECHOS	Knauf Organic	•				•
	Knauf Cleaneo Akustik	•	•			•
	Knauf Danoline Cleaneo	•			•	•
PERFILES	Perfiles Z1 y Z4					
PASTAS	Knauf Unik 24H	•	•	•	•	
	Knauf Unik Versátil 30' y 1H Knauf Unik 2H y 4H	•	•	•	•	
	Knauf Unik Fill & Finish	•			•	

• Consultar www.knauf.es/sostenibilidad para las últimas actualizaciones de documentos y certificados.



10 RESULTADOS DE LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

10.2. Una rehabilitación con materiales certificados



ETIQUETA FRANCESA, EMISIONES COVS EN AIRE INTERIOR

En países como Francia con el decreto 321/2011, obliga a los materiales de construcción para interiores, a identificarlos con una letra de la A+ (más restrictivo) hasta la C (menos restrictivo) en función de las emisiones de COVs. Knauf ya identifica numerosos productos con esta etiqueta a pesar de que sólo sea obligatorio en Francia. La gran mayoría de placas fabricadas en Knauf España han sido ensayadas y clasificadas, según el Decreto francés 2011/321, para demostrar su baja emisión de COV, clasificándolas A+.



SELLO IBR, INSTITUTE FÜR BAUBIOLOGIE ROSENHEIM

El "GEPURFT UND EMPFOHLEN VOM IBR" es un certificado que otorga el Institut für Baubiologie (Instituto de Biología de la Construcción) en Alemania que identifica los productos en función de sus características medioambientales y analiza las repercusiones que tienen en la salud de los seres humanos. Knauf dispone de este certificado para muchos productos fabricados en España y de otras empresas Knauf como Aquapanel o Knauf Integral.



ETIQUETA EXCELL+

La etiqueta Excell fue creada para los productos de construcción que se utilizan en recintos de almacenamiento o en el proceso de producción de vinos. Se analizan contenidos de organoclorados, plaguicidas y biocidas, residuos de disolventes... Knauf dispone de varios productos de la gama Fibralith (techo registrable de viruta de madera) con este certificado.



THE INDOOR CLIMATE LABEL

Esta etiqueta danesa es una forma de identificar los productos respetuosos con la calidad del aire en interiores. Ofrece una mejor comprensión del impacto de los productos y materiales en la calidad del aire interior en los edificios. Knauf dispone de placas perforadas Knauf Danoline para techos registrables con esta etiqueta.



AUSSCHUSS ZUR GESUNDHEITLICHEN BEWERTUNG VON BAUPRODUKTEN

Varias placas de yeso laminado y pastas de juntas Knauf Unik cumplen con el estándar AgBB (Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten) (Comité para la evaluación de la relación con la salud de los productos de construcción) de Alemania. Este esquema establece unos estándares en relación con las emisiones de COV en productos para uso interior.



DECLARE

La etiqueta Declare es una distinción otorgada por el International Living Future Institute (ILFI), que consiste en una etiqueta de "ingredientes" para productos de la construcción que clasifica los productos en función de sus componentes asegurando que estos no son nocivos ni peligrosos, y al menos un 88 % del producto es reciclable. Knauf dispone de esta etiqueta para sus placas de yeso laminado y su perfilaría, siendo ambos productos 100 % reciclables.



STANDARD HPD

El Standard HPD (por sus siglas en inglés Health Product Declaration), Declaración de Producto Saludable, reporta los contenidos de los materiales y la información asociada con la salud para materiales usados en la construcción. Knauf dispone de esta declaración para las placas Knauf Diamant, Knauf Acustik, Knauf Cortafuego DF, Knauf Impregnada H1 y para las pastas Knauf Unik.



DAPCONS

Siguiendo las directrices europeas y siendo pionero en España, la certificación DAPcons® es un programa de etiquetado de EPD de la construcción. Knauf dispone de esta certificación para las placas de yeso laminado, suelos, techos, perfiles y para la pasta Knauf Unik Fill&Finish.



CRADLE TO CRADLE

La certificación Cradle to Cradle™ C2C es una ecoetiqueta tipo I, la cual certifica los productos con un ACV enfocado al ecodiseño, considerando tanto la función del producto durante su vida útil como después de cumplir su ciclo de uso, maximizando su valor material sin impactar negativamente el entorno. Knauf dispone de esta certificación para las placas de yeso laminado Standard y Lightboard y para los perfiles Z1 y Z4.



FSC

La certificación FSC verifica que los productos con esta etiqueta contienen materiales certificados FSC, garantizando que proceden de bosques gestionados de forma responsable. Knauf dispone de esta certificación para la mayoría de sus placas de yeso laminado.



AYUDAS A LA REHABILITACIÓN

11.1.

Requisitos para la percepción de las ayudas

382





La mayor parte de las viviendas se construyeron hace décadas, antes de que la crisis del petróleo y el calentamiento global se tomaran en consideración. Según la empresa de investigación Ecofys, el 75 % del posible de ahorro energético se encuentra en edificios construidos antes de 1975. Estos edificios son susceptibles de rehabilitación energética profunda (o rehabilitación integral), con la que se logran ahorros superiores al 60 % en la demanda energética.

La forma más económica y práctica de conseguir ahorro energético es la sustitución de las instalaciones, aunque la forma más eficiente es actuar en la rehabilitación de la envolvente térmica de los edificios. Las Directivas Europeas establecen que los estados miembros apliquen una serie de acciones para conseguir los objetivos marcados.

En agosto del año 2020 se aprobó, mediante el Real Decreto 737/2020, el programa PREE, por el que se regula el programa de ayudas para actuaciones de rehabilitación energética en edificios existentes, así como la regulación de la concesión directa de las ayudas de este programa a las Comunidades Autónomas. El programa PREE da ayudas para actuaciones de rehabilitación energética en edificios da continuidad a los programas anteriores PAREER-CRECE y PAREER II.

Se entenderá como plan de acción para la rehabilitación la orientada al ahorro de energía mediante obras que se realicen para la mejora en viviendas y en edificios, proporcionando condiciones estanquidad frente a la lluvia y humedad, aislamiento térmico, redes generales de agua, gas, electricidad, etc. (obras subvencionables por el PREE). Todo ello encaminado a un menor consumo energético y/o adaptación a la normativa vigente en materia de agua, gas y electricidad.

A partir del segundo trimestre de 2021, el Fondo de Recuperación canaliza los fondos destinados por Europa para reparar los daños provocados por la crisis del COVID-19 con inversiones y reformas que incluyen principios de sostenibilidad; en España estos fondos se basan en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, que prevé la publicación de convocatorias

11 AYUDAS A LA REHABILITACIÓN

11.1. Requisitos para la percepción de las ayudas





11 AYUDAS A LA REHABILITACIÓN

11.1. Requisitos para la percepción de las ayudas

por parte de ministerios y otros organismos públicos. Las primeras convocatorias en el ámbito de la rehabilitación energética son la de “Energías renovables en autoconsumo, almacenamiento y sistemas térmicos y renovables en el sector residencial”, convocada por IDAE, y el programa PREE 5000 para la rehabilitación energética de edificios existentes en municipios y núcleos de menos de 5.000 habitantes, convocado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

También existen otras líneas de ayuda como los planes de rehabilitación autonómicos o las líneas de financiación ICO (Instituto de Crédito Oficial), que es una empresa pública adscrita al Ministerio de Economía y Competitividad y que permite obtener la concesión de líneas de financiación tramitadas a través de entidades bancarias colaboradoras. A través del ICO, por ejemplo, se puede obtener una financiación adicional para las rehabilitaciones financiadas por el Plan estatal de vivienda y Rehabilitación.

El Ministerio de Vivienda ha distribuido entre todas las Comunidades Autónomas unos recursos adicionales para obras de rehabilitación de ejecución inminente. Para la selección de las obras a rehabilitar se dará prioridad a aquellas que tengan previsto su inicio en el menor tiempo posible y generen más puestos de trabajo.

11.1

Requisitos para la percepción de las ayudas

Existen diversos programas para fomentar la rehabilitación. Es importante, antes de realizar cualquier actuación, asesorarse de las ayudas que se pueden recibir tanto estatales como autonómicas. Esto puede hacer determinante el tipo de actuación en cada rehabilitación.

Ayudas a través de las Comunidades Autónomas

Cada Comunidad Autónoma dispone de independencia para incentivar adicionalmente las bases indicadas. Debido a ello para cualquier proyecto será necesario dirigirse a sus departamentos correspondientes inicialmente a través de su página:

Andalucía:
www.juntadeandalucia.es

Aragón:
www.portal.aragon.es

Asturias:
www.asturias.es

Baleares:
www.caib.es

Canarias:
www.gobcan.es/es/temas/vivienda/

Cantabria:
www.gobcantabria.es

Castilla La Mancha:
www.jccm.es

Castilla León:
www.jcyl.es

Cataluña:
www.gencat.cat/temes/cat/habitatge.htm

Extremadura:
www.juntaex.es/

Galicia:
www.xunta.es

La Rioja:
www.larioja.org

Madrid:
www.madrid.org/vivienda

Murcia:
www.carm.es

Navarra:
www.navarra.es

País Valencià:
www.gva.es

País Vasco:
www.euskadi.net

11 AYUDAS A LA REHABILITACIÓN

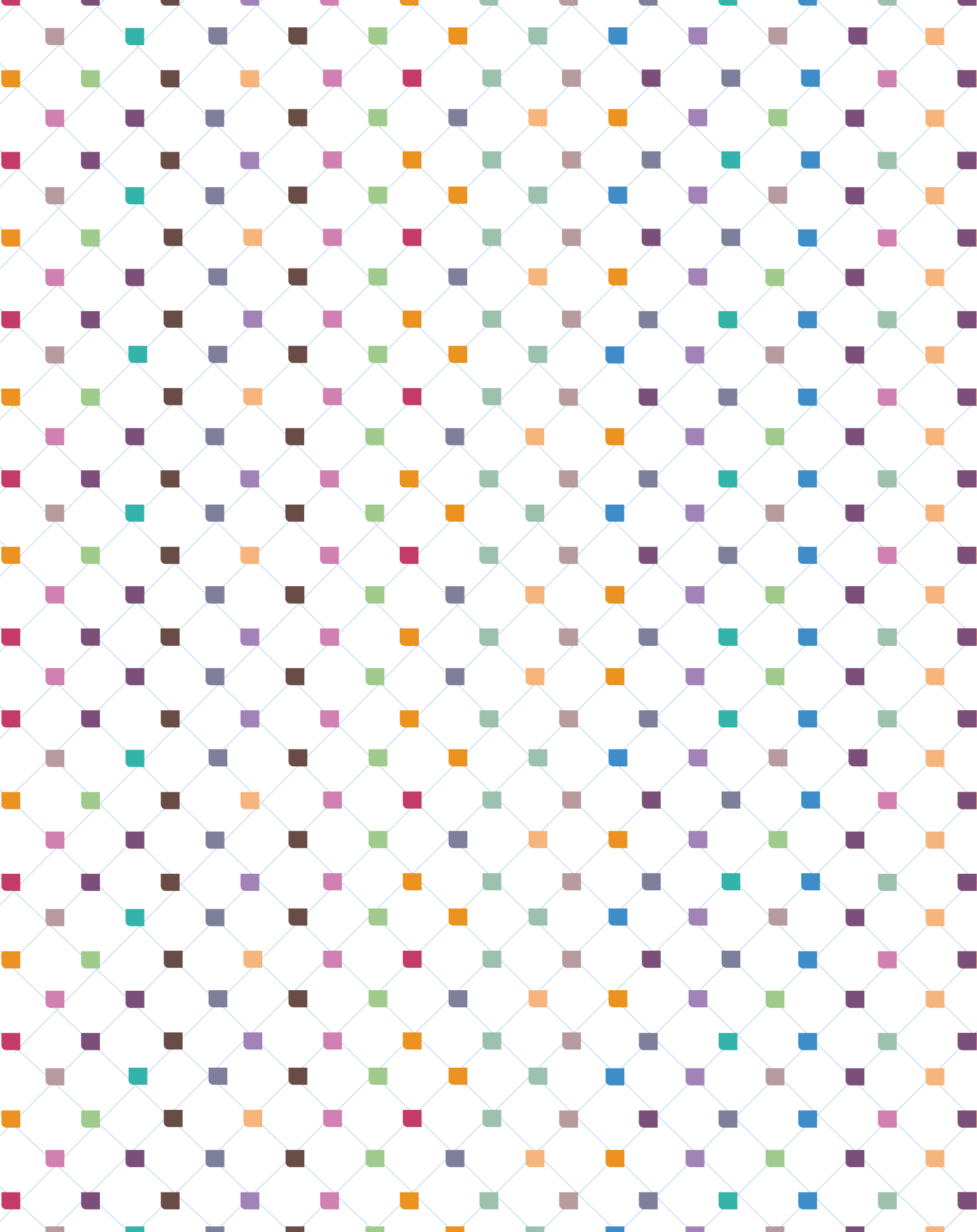
11.1. Requisitos para la percepción de las ayudas

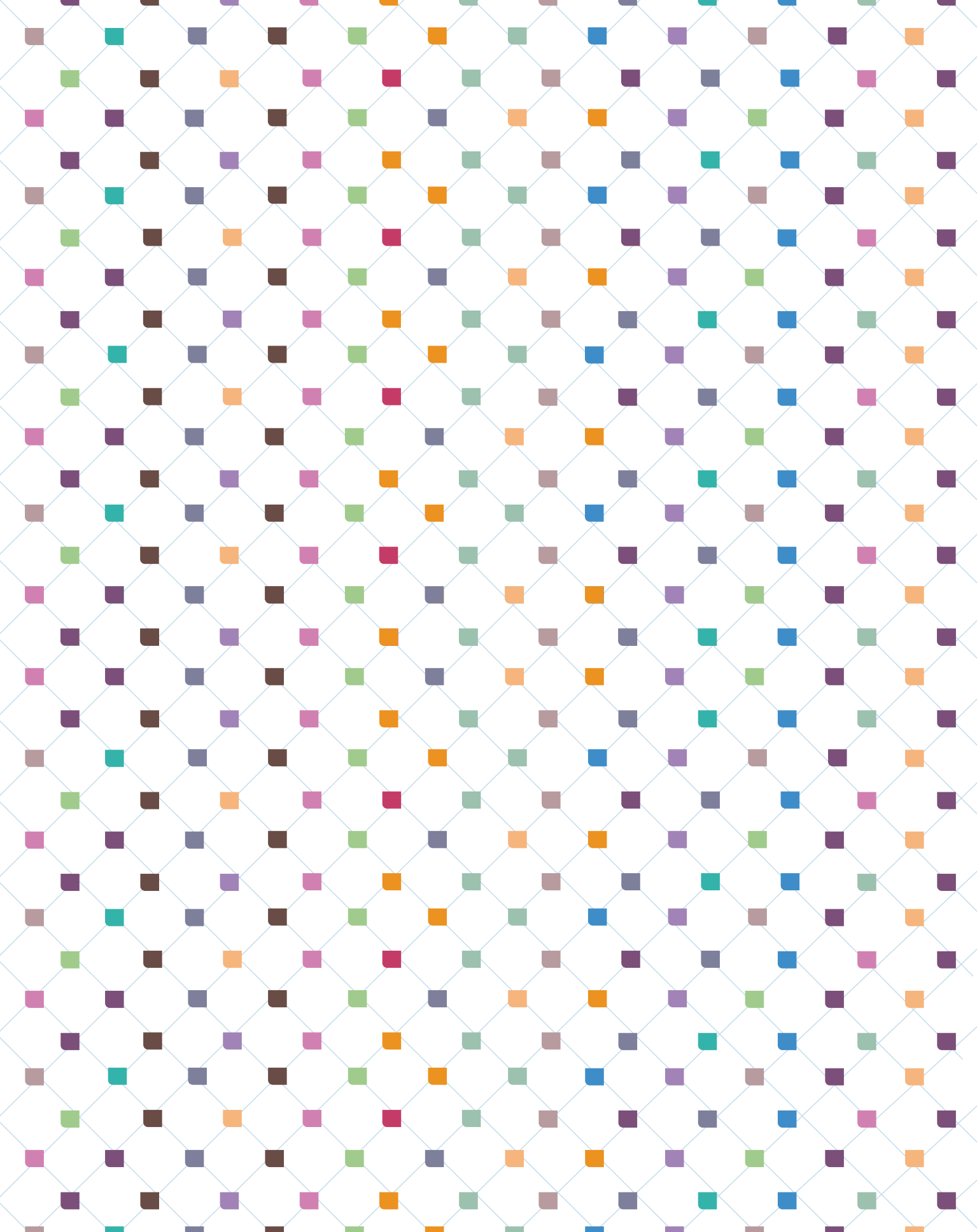


Fuentes

- IEA internacional Energy AgencyInstitut Cerda
- Informe del Banco de España 2009
- La UE, Directiva 2002/91/CE
- Código Técnico de la Edificación
- CEC del Instituto de Ciencias de la Construcción, Eduardo Torroja
- Wärmeschutz und Modernisierung mit Knauf
- Informes del IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)
- CENER Centro Nacional de Energías Renovables)
- IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía)
- ANDIMAT (Asociación Nacional de fabricantes de Aislantes)
- EURIMA (European Mineral Wold Manufacturers Association Insulation
- ATEDY (Asociación Tecnica Empresarial del Yeso)
- El informe de ADENA
- EPBD Energy Performance of Building Directive
- LEED (Leadership in Energy & Environmental Design)
- Passive Solar Energy Book
- Herramienta Verde (GBCe)
- Estudio sobre la Pobreza Energética en España. ACA (Asociación de Ciencias Ambientales)
- Edificios sostenibles pero saludables. Conama 2014
- Guías de calidad del aire de la OMS (Organización Mundial de la Salud)
- Tecnifuego-Aespi
- The Center of Fires Statistics of CTIF 2006
- AECOR (Asociación Española para la Calidad Acústica)







KNAUF

www.knauf.es