

2022 - 2023
ENTREGABLE



Proyectos

“IDSIATE”

INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE UN SISTEMA INNOVADOR DE AISLAMIENTO TÉRMICO PARA EDIFICACIÓN BASADO EN MADERA

Entregable E4.1: Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

Número de proyecto: 22200070

Expediente: IMDEEA/2022/8

Duración: Del 01/10/2022 al 30/06/2023

Coordinado en AIDIMME por: ABIÁN PÉREZ, MIGUEL ANGEL

Línea de I+D: BIOMATERIALES



**GENERALITAT
VALENCIANA**

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL



**Cofinanciado por
la Unión Europea**

ÍNDICE

1	<i>Introducción</i>	3
2	<i>Antecedentes: Importancia del aislamiento en edificación y materiales aislantes convencionales y no convencionales</i>	4
2.1	<i>Importancia del aislamiento térmico en edificación</i>	4
2.2	<i>Materiales aislantes convencionales y no convencionales para sistemas de aislamiento en edificación</i>	6
3	<i>Sistemas de aislamiento térmico por el exterior en edificación</i>	15
3.1	<i>Introducción</i>	15
3.2	<i>Definición de sistema SATE</i>	20
4	<i>Sistemas de aislamiento térmico por el interior en edificación</i>	22
4.1	<i>Introducción</i>	22
4.2	<i>Principales propiedades de los sistemas de aislamiento por el interior</i>	22
5	<i>Fichas técnicas de sistemas de aislamiento para edificación</i>	24
6	<i>Selección de materiales de madera o derivados de posible uso en sistemas de aislamiento térmico para edificios</i>	119
7	<i>Bibliografía consultada y de interés</i>	128

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

1 Introducción

El presente entregable corresponde a la **tarea 4.1** (*Análisis de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación*) y a la **tarea 4.2** (*Selección de materiales de madera o derivados de posible uso en sistemas de aislamiento térmico para edificios*).

En el documento se analizan soluciones de aislamiento térmico para edificios desarrolladas recientemente, avances tecnológicos (sistemas de aislamiento en desarrollo) y proyectos de investigación relacionados con la innovación en sistemas de aislamiento. Además, se seleccionan materiales de madera o derivados en los que se basará el nuevo sistema de aislamiento para edificación.

Los principales resultados se recopilan en unas **fichas técnicas resumen de las propiedades y características de los sistemas de aislamiento**, en las que se incluyen sus potenciales usos en construcción y rehabilitación.

Estas fichas se han utilizado y se utilizan como material técnico para la transferencia tecnológica del proyecto y la difusión de resultados.

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

2 Antecedentes: Importancia del aislamiento en edificación y materiales aislantes convencionales y no convencionales

2.1 Importancia del aislamiento térmico en edificación

Uno de los retos más importantes del sector de la construcción es el consumo de energía en todas las fases de la vida de un edificio, desde la construcción hasta la demolición. Se ha determinado que el sector de la construcción consume un 40% de la energía mundial y gasta el 25% del agua mundial [Lemmet, 2009].

Los desastres ambientales asociados al calentamiento global resultan cada vez más evidentes. Por ejemplo, el calentamiento global del efecto invernadero se prevé que elevará la temperatura superficial promedio de la Tierra de 1,1° a 6,4°C a finales de 2100, según varias fuentes: Solomon (2007) y Pachauri y Reisinger (2007).

La construcción de edificios, el procesamiento de materias primas y la fabricación de productos son las mayores fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero. Los compuestos de CO₂ son los principales subproductos del consumo de combustibles fósiles (petróleo, gas natural, carbón); y dado que los edificios se encuentran entre los grandes consumidores de energía, contribuyen de forma importante al calentamiento global, que está acelerando el cambio climático. El 45% de las emisiones de CO₂ son causadas principalmente por los edificios y la industria de la construcción [Olivier, Schure y Peters, 2017].

Por todo ello y por la actual crisis energética, el gasto energético en la edificación, sobre todo en la residencial, constituye una de las mayores preocupaciones. Las estrategias de ahorro energético para reducir las demandas de calefacción y refrigeración no se enfocan solamente en cambiar los hábitos de vida de los ciudadanos y en usar sistemas de calefacción/refrigeración más eficaces, sino también en **mejorar las propiedades aislantes de las envolventes de los edificios**. Esta última acción desempeña un papel crucial, porque puede producir mejoras significativas rápidamente y con tiempos bajos de retornos de la inversión, como demuestran los estudios e investigaciones reflejados en Lechtenböhmer y Schüring (2011), Nyers *et al.* (2015), Alam *et al.* (2011) y Ahmad (2002).

La importancia de aumentar el rendimiento térmico en el sector de la construcción es subrayada por un análisis comparativo de las previsiones de producción y consumo de energía. El estudio de Moncada Lo Giudice, Asdrubali y Rotili (2013) evidencia que, en 2035, alrededor del 75% de la producción de energía provendrá de combustibles fósiles.

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

Para reducir los adversos impactos medioambientales, **la estrategia más interesante y rápida consiste en inversiones con el objetivo de mejorar la eficacia energética en el sector de la construcción**, porque se calcula que el 45% de su potencial no se ha explotado aún.

El consumo energético de una edificación depende en gran medida de su envolvente, aunque también tienen implicaciones los aislamientos internos. El rendimiento térmico de las paredes y muros de un edificio constituye el factor más importante para elevar su eficacia energética y en general en el sector de la construcción.

Para este sector, se prevé que el consumo mundial de energía crezca un 64% hasta el año 2040 por el aumento considerable de viviendas, edificios industriales, construcción comercial y urbana, debido al desarrollo industrial y al aumento de la población [Useia, 2018].

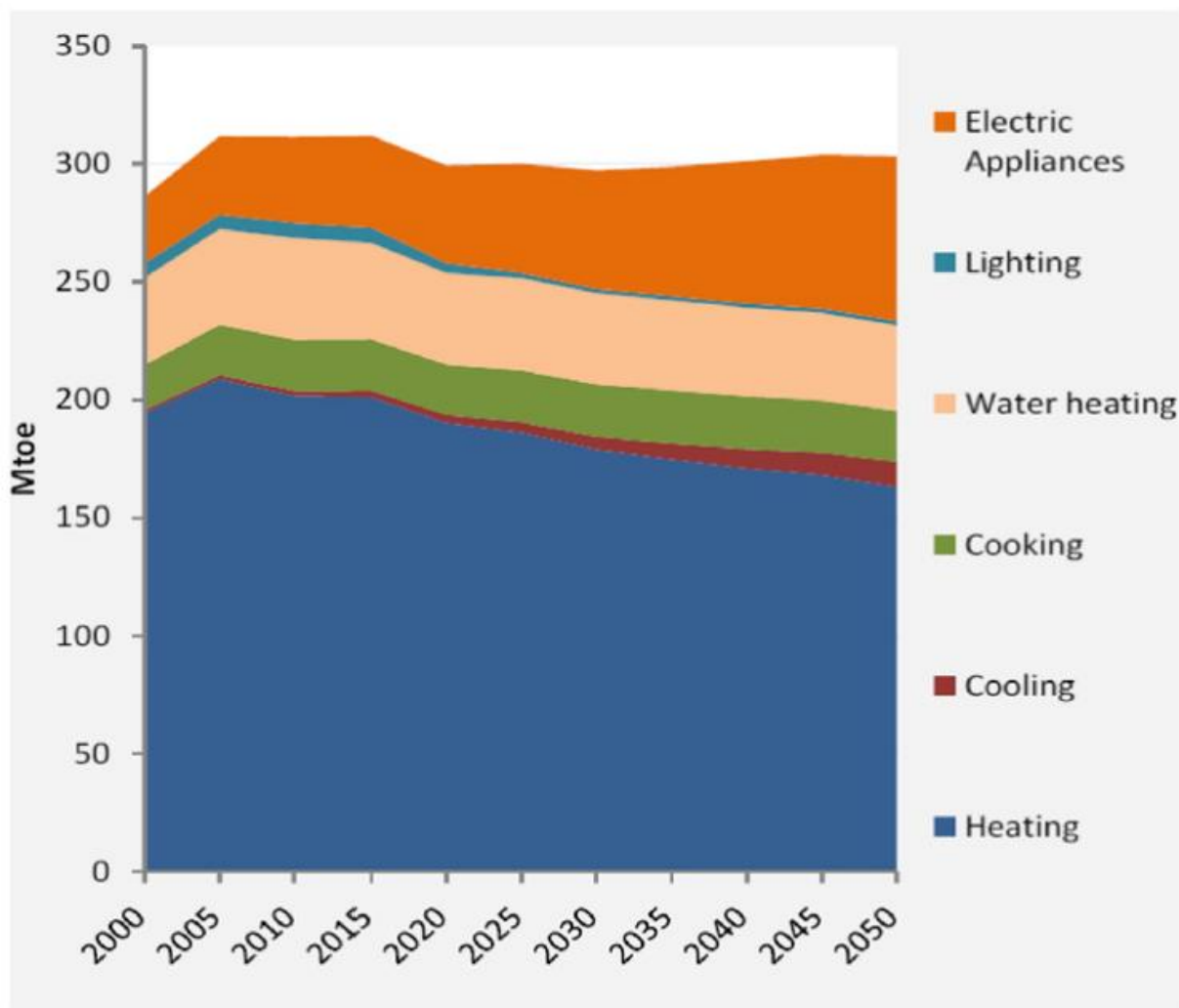


Imagen 1. Evolución de la demanda energética europea en el sector residencial desde 2000 hasta 2050 por uso. FUENTE: Comisión Europea

“IDSIAE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

Para conseguir aislamiento térmico se utilizan materiales o combinaciones de materiales que retardan la velocidad del flujo de calor por conducción, convección y radiación [Al-Homoud, 2005]. Se considera que un material es aislante si tiene un coeficiente de conductividad térmica (λ) menor de 0,10 W/mK; y ultra-aislante, si dicho coeficiente es menor de 0,06 W/mK.

El aislamiento térmico de los edificios constituye una de las mejores formas de reducir el consumo energético en el sector de la construcción, ya sea disminuyendo la calefacción en invierno o la refrigeración en verano. La **adecuada selección de los materiales y de los sistemas constructivos para el aislamiento** desempeña un papel importante para mejorar en ese aspecto.

2.2 Materiales aislantes convencionales y no convencionales para sistemas de aislamiento en edificación

Según Jelle (2011), no existe actualmente ningún material o solución de aislamiento que sea capaz de cumplir todos los requisitos respecto a las propiedades más cruciales. Es decir, para los edificios de hoy y del futuro cercano, se usan y deberán usarse varios materiales y soluciones de aislamiento, dependiendo de las circunstancias y especificaciones concretas.

La elección de los materiales para aislamiento térmico en edificación ha llegado a ser muy importante por la creciente necesidad de sostenibilidad. Por lo general, el análisis de ciclo de vida o ACV (en inglés, *Life Cycle Assessment* o LCA) es la herramienta más comúnmente empleada para analizar el impacto medioambiental de un producto o un servicio. Existe un estudio reciente y muy completo [Füchsl, Rheude y Röder, 2022] que revisa la bibliografía disponible sobre ACV de materiales de aislamiento térmico.

El citado estudio **analizó a su vez 47 estudios/artículos sobre materiales de aislamiento térmico en edificación y desarrolló una matriz para comparar la calidad de los artículos**. En cuanto a resultados comparativos del ACV, el estudio establece que los materiales aislantes como XPS (poliestireno expandido), lana de roca y la lana de vidrio tienen un impacto ambiental similar (alto), y que materiales como XPS (poliestireno extruido) o PUR (poliuretano) tienen impactos más altos en la mayoría de las categorías usadas en el AC.

El estudio establece también que los materiales renovables de aislamiento:

- Tienden a tener un impacto ambiental más bajo (sobre todo en la categoría de energía de producción o modificación).
- La principal causa de los impactos para los materiales renovables orgánicos son las materias primas; y para los materiales inorgánicos, el proceso de producción, debido al uso de ligantes y aditivos. **Por tanto, una manera de disminuir el impacto de los materiales renovables de aislamiento térmico sería disminuir la necesidad de aditivos.**



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



(a) Comparative results for Stone wool

(b) Comparative results for Glass wool



(c) Comparative results for EPS

(d) Comparative results for XPS

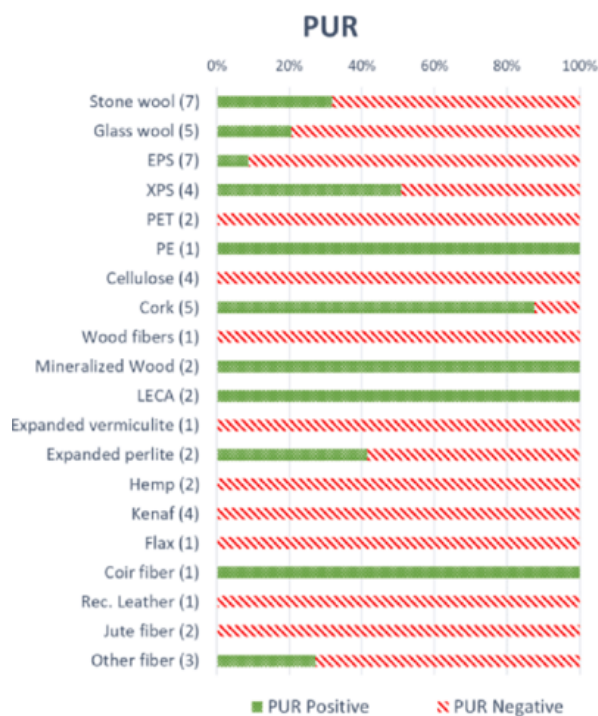
Imagen 2. Resultados comparativos para cuatro materiales de aislamiento (lana de vidrio, lana de roca, poliestireno expandido y poliestireno extruido) en el cual se muestra el número de comparaciones y el rendimiento ajustado comparativo entre materiales. FUENTE: Füchsl, Rheude y Röder (2022)



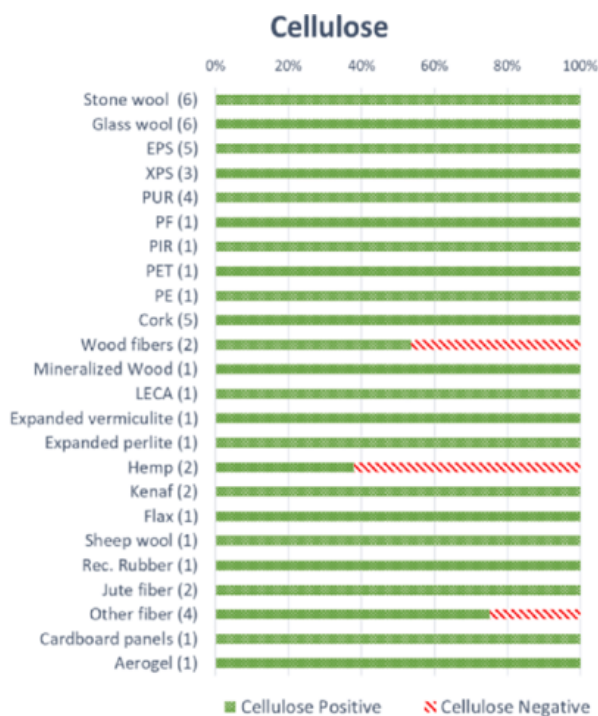
ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

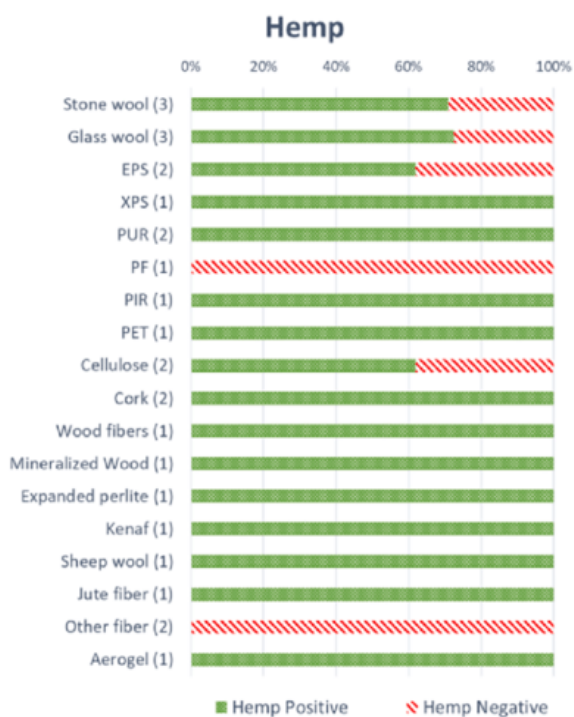
“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



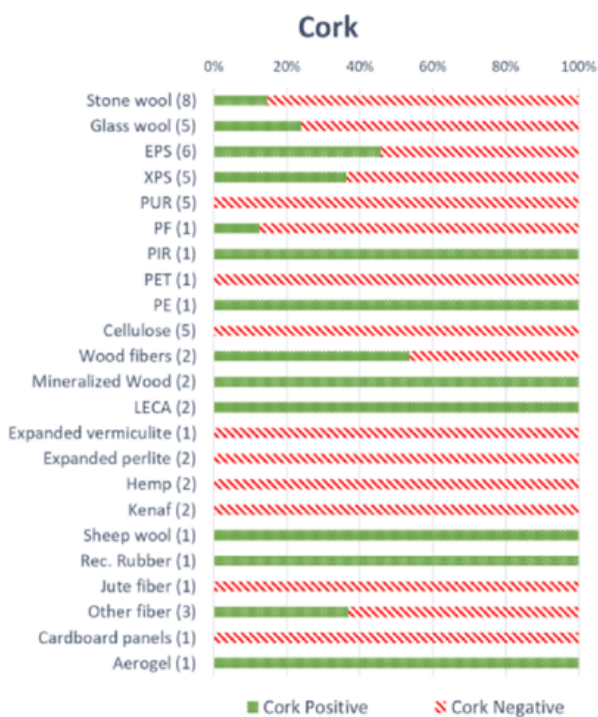
(e) Comparative results for PUR



(f) Comparative results for Cellulose



(g) Comparative results for Hemp



(h) Comparative results for Cork

Imagen 3. Resultados comparativos para cuatro materiales de aislamiento (poliuretano, celulosa, cáñamo, corcho) en el cual se muestra el número de comparaciones y el rendimiento ajustado comparativo entre materiales. FUENTE: Füchsl, Rheude y Röder (2022)

Comparando las imágenes 2 y 3, puede apreciarse que materiales renovables como la



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

celulosa o el cáñamo son comparativamente mucho mejores en cuanto a impacto medioambiental que los materiales petroquímicos (poliestireno extruido, poliestireno expandido, poliuretano), la lana de vidrio o la lana de roca. El corcho (en concreto, corcho expandido negro) no tiene unos resultados tan buenos como cabría esperar porque para fabricarlo en forma de corcho expandido se necesitan adhesivos.

En resumen, los materiales aislantes térmicos convencionales (lana de roca, lana de vidrio, espumas y plásticos petroquímicos), además de no ser sostenibles, presentan un gran impacto medioambiental y necesitan grandes cantidades de energía para su producción y reciclado. Por ello, y atendiendo a criterios de sostenibilidad, se han empezado a utilizar, sobre todo dentro de **la bioconstrucción y de la arquitectura pasiva**, nuevos materiales aislantes no convencionales en algunos proyectos de prueba o piloto.

La siguiente figura, procedente de [Asdrubali, D’Alessandro y Schiavoni \(2015\)](#), muestra varios de dichos materiales no convencionales. Algunos son naturales (proceden de arroz, girasoles, palmeras, algodón, hojas de piña, paja, etc.) y otros son reciclados y proceden de residuos de plásticos, fibras textiles, espumas de vidrio, etc.

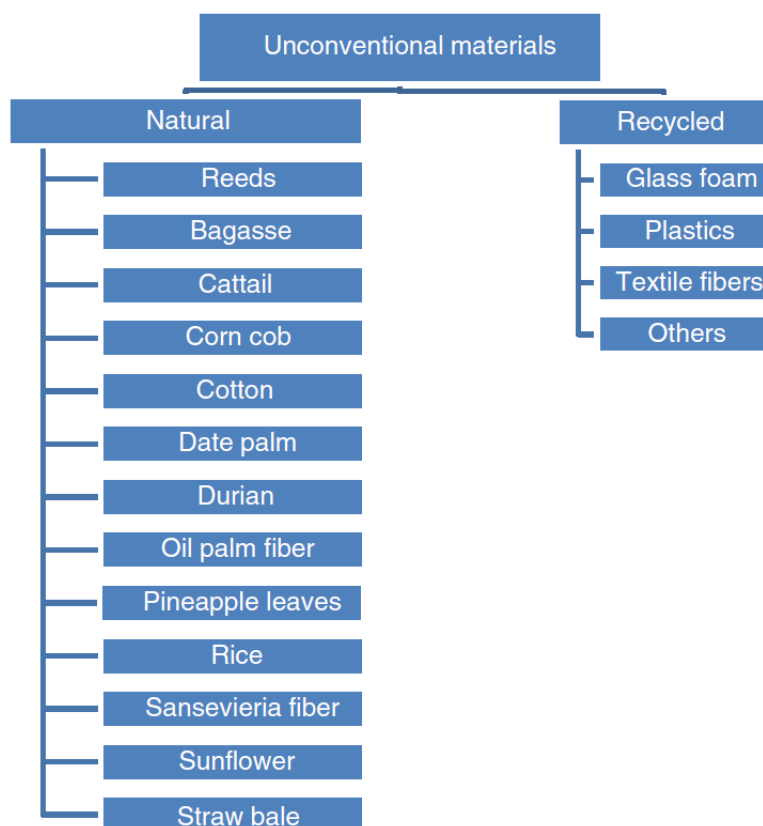


Imagen 4. Esquema de materiales no convencionales que pueden utilizarse como materiales aislantes. FUENTE: Asdrubali, D’Alessandro y Schiavoni (2015)

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

Estos materiales no convencionales, que presentan muy bajo impacto medioambiental, podrían incorporarse a los sistemas constructivos de la edificación y a los sistemas de aislamiento para que tengan una buena eficacia energética. Su popularidad está aumentando, y se están desarrollando cada vez más materiales con esas características medioambientales y propiedades aislantes tanto térmicas como acústicas para mejorar el confort de los ocupantes de las edificaciones [Walker y Pavía, 2015].

Ahora bien, por el momento, esos materiales no convencionales son todavía de uso experimental o muy reducido. Hasta ahora, los materiales aislantes que predominan en construcción son lanas minerales o de vidrio, espumas y plásticos (94% de cuota total del mercado mundial).

A continuación, se muestran tres tablas para comparar los materiales que se utilizan tradicionalmente para el aislamiento térmico de las edificaciones (tabla 1) con los materiales no convencionales naturales (tabla 2) y reciclados (tabla 3). Lógicamente, los no convencionales necesitan mínimas cantidades de energía para su fabricación.

	Density (kg/m ³)	Thermal conductivity (W/mK)	Specific heat (kJ/kgK)	Fire classification	Water vapor diffusion resistance factor, μ-value
Rock wool	40-200	0.033-0.040	0.8-1.0	A1-A2	1.0-1.3
Expanded Polystyrene (EPS)	15-35	0.031-0.038	1.25	E	20-70
Extruded Polystyrene (XPS)	32-40	0.032-0.037	1.45-1.7	E	80-150
Kenaf	30-180	0.034-0.043	1.6-1.7	B2	1.2-2.3
Sheep wool	10-25	0.038-0.054	1.3-1.7	B1-B2	1.0-3.0

Tabla 1. Propiedades (conductividad térmica en verde) de algunos materiales aislantes tradicionales. FUENTE: Asdrubali, D’Alessandro y Schiavoni (2015)

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

Natural materials	Density (kg/m ³)	Thermal conductivity (W/mK)	Specific heat (kJ/kgK)	Fire classification	Water vapor diffusion resistance factor, μ -value	References
Banana and polypropylene (PP) fiber	980–1040	0.157–0.182	1.3–1.5	NA	NA	[106]
Bagasse	70–350	0.046–0.055	NA	NA	NA	[55], [56], [57]
Corn cob	171–334	0.101	NA	NA	NA	[64], [65]
Cotton (stalks)	150–450	0.0585–0.0815	NA	NA	NA	[66]
Date palm	187–389	0.072–0.085	NA	NA	NA	[67], [68]
Durian	357–907	0.064–0.185	NA	NA	NA	[69]
Oil palm	20–120	0.055–0.091	NA	NA	NA	[56]
Pecan	600–680	0.0884–0.1030	NA	NA	NA	[76]
Pineapple leaves	178–232	0.035–0.042	NA	NA	NA	[74]
Reeds	130–190	0.045–0.056	1.2	E	1–2	[109], [110], [53], [111]
Rice	154–168	0.0464–0.566	NA	NA	NA	[76]
Sansevieria fiber	1410	0.132	1.52	NA	NA	[79]
Sunflower (cake from biorefinery)	500–585	0.0885–0.110	NA	NA	NA	[81]
Sunflower (pitch)	36–152	0.0385–0.0501	NA	NA	NA	[80]
Straw bale	50–150	0.038–0.067	0.6	NA	NA	[83], [84], [85]

Tabla 2. Propiedades (conductividad térmica en verde, rojo y amarillo) de algunos materiales aislantes no convencionales naturales. FUENTE: Asdrubali, D’Alessandro y Schiavoni (2015)



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

Recycled materials	Density (kg/m ³)	Thermal conductivity (W/mK)	Specific heat (kJ/kgK)	Fire classification	Water vapor diffusion resistance factor, μ -value	References
Cotton (recycled)	25–45	0.039–0.044	1.6	E	1–2	[94]
Cotton (recycled denim)	NA	0.036–0.038	NA	NA	NA	[95]
Recycled glass	450	0.031	0.83	NA (probably A1)	NA	[88]
Recycled glass (commercialized)	100–165	0.038–0.05	1.0	A1	Very high	[89], [112]
Recycled PET	30	0.0355	NA	NA	NA	[90]
Recycled PET (commercialized)	15–60	0.034–0.039	1.2	B	3.1	[92]
Recycled textile (commercialized)	30–80	0.0358–0.042	1.2–1.6	E, F	2.2	[92], [113], [114], [115]
Recycled textile fibers (polyester and polyurethane)	440	0.044	NA	NA	NA	[103]
Recycled textile fibers (synthetic)	200–500	0.041–0.053	NA	NA	NA	[102]
Recycled textile and paper	433	0.034–0.039	NA	NA	NA	[104]

Tabla 3. Propiedades (conductividad térmica en verde) de algunos materiales aislantes no convencionales reciclados. FUENTE: Asdrubali, D’Alessandro y Schiavoni (2015)

En las tablas, se utiliza el color rojo para indicar coeficientes de conductividad térmica de aproximadamente 0,08 W/mK (peor rendimiento térmico comparativo); el color verde para indicar λ de alrededor de 0,05 W/mK (mejor rendimiento térmico comparativo); y el color amarillo para los restantes, caracterizados por un rendimiento térmico intermedio en comparación con los demás.

Respecto a los materiales naturales de la tabla 3, puede apreciarse que el valor más bajo de conductividad térmica (0,035 W/mK) se obtuvo en muestras hechas de hojas de piña con una densidad de 210 kg/m³. Las probetas desarrolladas con balas de paja presentan valores de conductividad térmica comparables a productos comerciales (lana de vidrio, lana de roca), pero sus bajos valores de calor específico y densidad afectan negativamente a la difusividad térmica.

Los materiales de aislamiento térmico hechos de caña vegetal parecen caracterizarse por el mejor rendimiento en cuanto a aislamiento térmico, pero los estudios sobre este tipo de materiales deben ampliarse, especialmente en lo que respecta a la difusividad. No puede darse una comparación detallada entre el rendimiento del aislamiento térmico de los materiales naturales no convencionales y el de los convencionales (la tabla 2 presenta una lista no exhaustiva, y además continuamente se están desarrollando más materiales naturales no convencionales), pues hay falta de datos sobre el calor específico para bastantes de los primeros.



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

Los materiales desarrollados a partir de caña (tabla 2) se caracterizan por una densidad y calor específico similar a la lana de roca, pero tienen un mayor valor de conductividad térmica.

Los materiales de aislamiento térmico fabricados con algodón reciclado (tabla 3) tienen valores de densidad y conductividad térmica similares a los del EPS (poliestireno expandido), el XPS (poliestireno extruido) y la lana de oveja (tabla 1) y también un alto valor de calor específico (1,6 kJ/kgK).

Los productos hechos de materiales reciclados (tabla 3) se caracterizan por tener mejor rendimiento en cuanto a aislamiento térmico que los naturales (tabla 1). En concreto, como puede verse, el hecho de vidrio reciclado tiene una densidad, una conductividad térmica y un calor específico similares a la lana de roca (tabla 2).

Los materiales fabricados a partir de residuos textiles se caracterizan por una baja conductividad térmica pero también por una baja densidad. Su rendimiento en aislamiento se puede comparar con el de los materiales ligeros petroquímicos como el poliestireno expandido (EPS) y el poliestireno extruido (XPS). El material hecho de residuos textiles y papel presenta una baja conductividad térmica y una alta densidad, pero su calor específico no se midió [Ricciardi, Belloni y Cotana, 2014].

Debe tenerse en cuenta que el impacto medioambiental de algunos materiales innovadores de tipo composite para aislamiento de edificios puede resultar en algunas fases superior al de algunos materiales tradicionales de aislamiento. Por ejemplo, en Rosa *et al.* (2014) se analiza, entre otros, un producto de tipo panel sándwich ecológico que contiene corcho, fibras de linaza y una resina epoxi de origen biológico, fabricada por una empresa española. Aunque el uso del nuevo producto proporciona algunas ventajas en cuanto a innovación, buenas propiedades de aislamiento y uso en estructuras ligeras, el ACV muestra que cuando se emplea el nuevo material el rendimiento medioambiental es más bajo (es decir, el impacto es mayor) en comparación con otros materiales tradicionales, en la fase de fabricación. Sin embargo, los impactos debidos al transporte del material y a su instalación pueden reducirse, debido a la ligereza y facilidad de manejo del nuevo producto.



GENERALITAT
VALENCIANA

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL



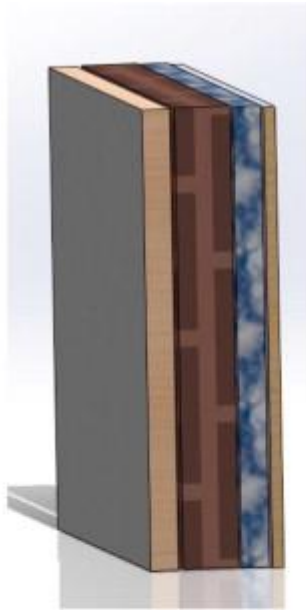
Cofinanciado por
la Unión Europea

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



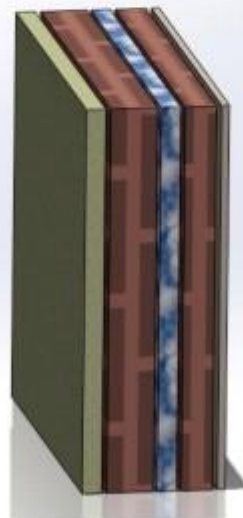
System A. From right to left: sandwich panel; air interspace; perforated brick 12; bioverd.



System B. From right to left: cement; perforated brick 8; air interspace; perforated brick 12; bioverd.



System C. From right to left: sandwich panel; air interspace; cork panel; sandwich panel.



System D. From right to left: cement; perforated brick 8; air interspace; perforated brick 12; PVC foam.

Imagen 5. Estos cuatro paneles de tipo sándwich fueron evaluados mediante ACV. En la fase de fabricación, el producto C (compuesto por corcho, fibras de linaza y una resina epoxi de origen biológico), tiene un impacto medioambiental mayor de lo que podría suponerse por sus componentes renovables, debido al alto contenido de resina epoxi. FUENTE: Rosa *et al.* (2014)



GENERALITAT
VALENCIANA

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL



Cofinanciado por
la Unión Europea

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

3 Sistemas de aislamiento térmico por el exterior en edificación

3.1 Introducción

El consumo de energía de una edificación depende en gran parte de su envolvente, y por tanto el rendimiento externo térmico de las paredes y muros representa un gran aspecto que puede mejorarse para aumentar la eficiencia energética en el sector de la construcción.

La **envolvente térmica** es el conjunto de superficies del edificio que separa los espacios interiores del ambiente exterior, un edificio vecino, el terreno o espacios no habitables. Este concepto es definido formalmente por el **Código Técnico de la Edificación** (CTE) como “los cerramientos y particiones interiores, incluyendo sus puentes térmicos, que delimitan todos los espacios habitables del edificio o parte de él”. Es decir, incluye las fachadas, cubiertas, medianeras, suelos de cimentación, etc.

Para mejorar el aislamiento de la envolvente térmica de un edificio, la elección del material o los materiales y del sistema adecuado resulta de gran relevancia, tanto para obtener un ahorro energético significativo como para proporcionar buenas condiciones de confort térmico a los ocupantes, que es otro de los objetivos de los sistemas de aislamiento térmico por el exterior [Schiavoni *et al.*, 2016].

Un aislamiento térmico se define como una tecnología eficiente que utiliza la energía para proporcionar confort térmico. El principio del aislamiento térmico es mediante la instalación adecuada del aislamiento utilizando materiales energéticamente eficientes que reduzcan la pérdida o ganancia de calor, lo que conduce finalmente a la reducción de costo de la energía [Tažiková y Struková, 2018].

El rendimiento del aislamiento externo de paredes y muros es un factor clave que afecta el consumo de energía del edificio y el nivel de confort interior [Li, Meng *et al.*, 2018]. Las envolventes de los edificios tienen muchos detalles que pueden introducir fácilmente puentes térmicos, debido sobre todo a detalles constructivos que no estén resueltos correctamente.

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

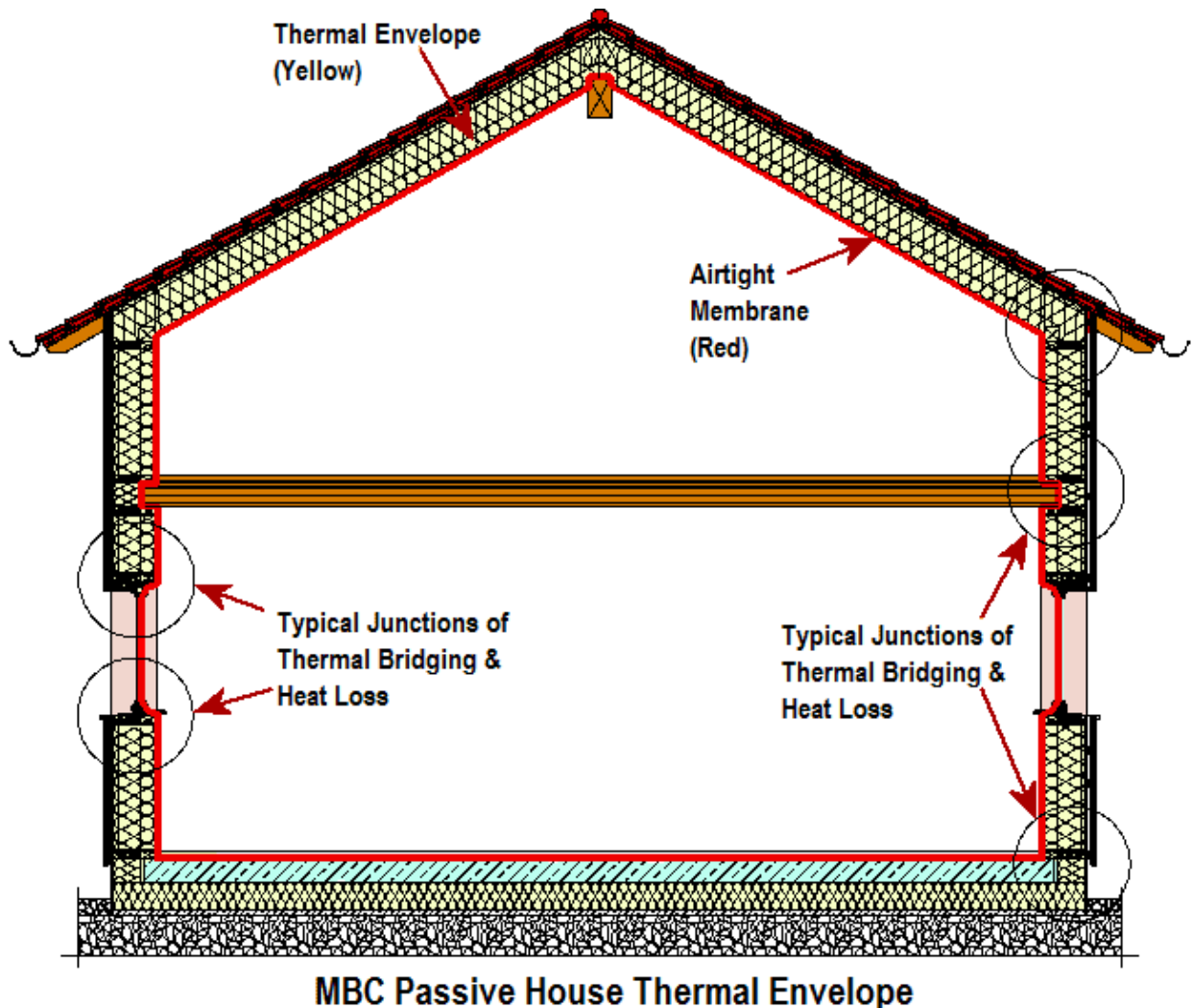


Imagen 6. Ejemplo de envoltorio de una vivienda. FUENTE: MBC Timber Frame

La envolvente térmica, que puede definirse como “la piel del edificio”, tiene varios objetivos que se reducen a proteger las condiciones interiores frente a las condiciones externas, lo cual conlleva cuatro factores que deben tomarse en consideración:

1. Estanqueidad. Actúa como barrera frente a cualquier entrada de agua
2. Aislamiento térmico y transpirabilidad. Evita la transmisión no deseada de calor y permite la salida regular de vapor hacia afuera.
3. Aislamiento acústico. El confort interior también se mide por la ausencia o disminución de ruido externo.
4. Función estética.

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

Dentro de una envolvente ocurren transiciones higrotérmicas (temperatura y humedad) de las condiciones interiores a las exteriores, las cuales deben soportar constantemente los materiales que componen a esta capa a lo largo de la vida del edificio o de la vida útil del sistema aislante.

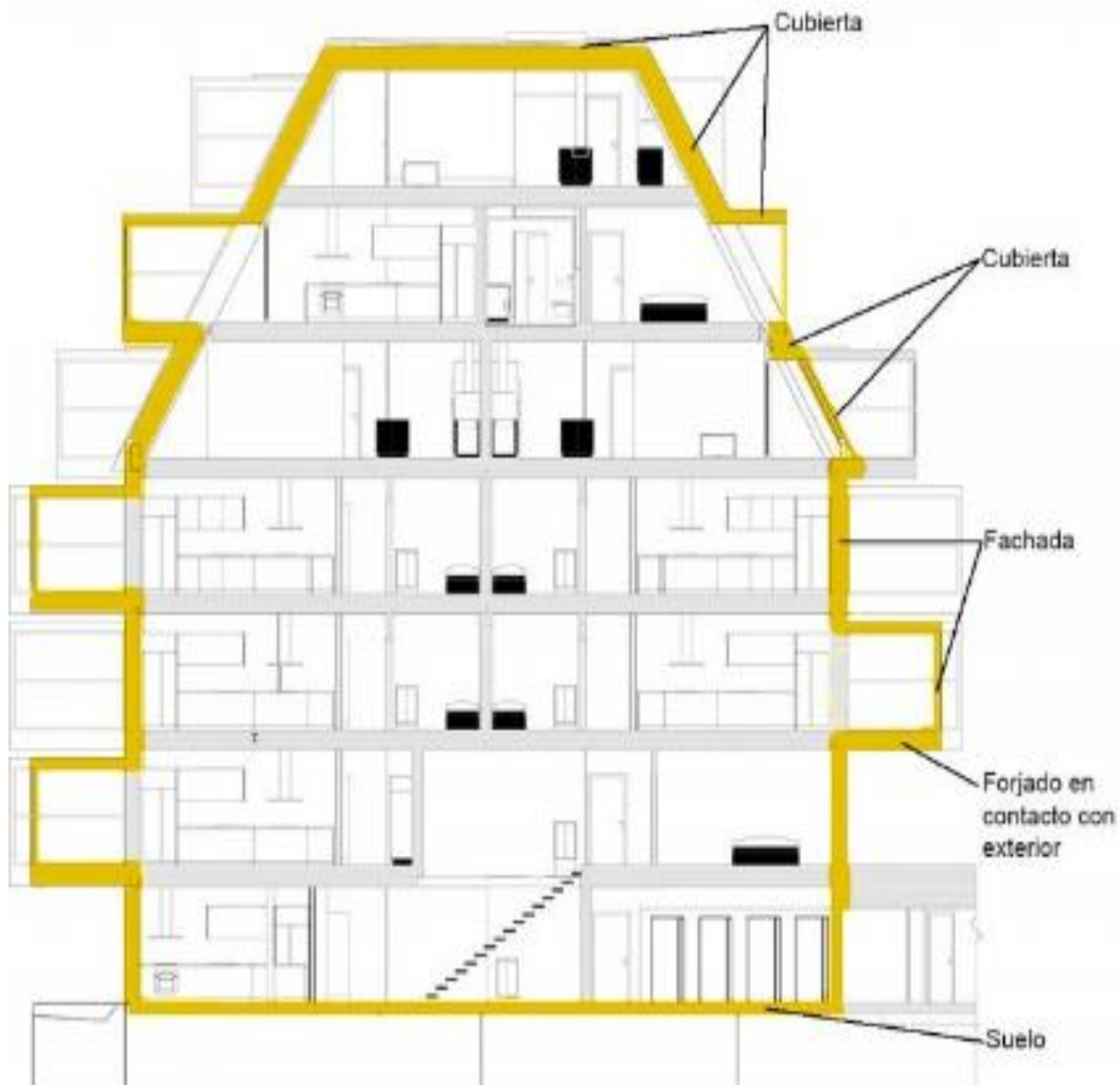


Imagen 7. Envolvente de un edificio y superficies que la componen. FUENTE: Sisternes (2022)

Conforme lo mencionado por [Schiavoni \(2016\)](#), la mayor parte del consumo de energía de los edificios corresponde a lo siguiente: fase de funcionamiento de los sistemas de climatización y ventilación, aislamiento térmico de ventanas, puertas, lucernarios, pérdidas por puentes térmicos (balcones, pilares, huecos, soleras, forjados intermedios) y al rendimiento térmico de los elementos opacos (cubiertas, muros, suelos y particiones).

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

La incidencia de las pérdidas térmicas a través de los muros opacos equivale a un alto porcentaje respecto al total de pérdidas energéticas del edificio, por lo que el uso de muros adecuadamente aislados se ha vuelto imprescindible. En este contexto, el material aislante es la capa que contribuye principalmente al comportamiento térmico general de los muros opacos durante las temporadas de invierno y verano, respondiendo a las condiciones externas con sus propiedades termo-físicas específicas.

La selección de los materiales aislantes en la construcción se enfoca en un sistema más global que no solo aporte propiedades de aislamiento térmico, sino que también **mejore la envolvente en cuanto a características no térmicas como el aislamiento acústico, resistencia al fuego, permeabilidad al vapor de agua e impacto en el medio ambiente y salud humana.**

El mercado de materiales de aislamiento ecológicos, locales y sostenibles, caracterizado por un buen aislamiento térmico y por una baja energía incorporada, está creciendo rápidamente, aunque su uso es muy reducido aún, en comparación con los aislantes tradicionales. Al mismo tiempo, están entrando en el mercado aislantes innovadores, como paneles de aislamiento al vacío (*Vacuum insulated panels* o VIP en inglés), paneles rellenos de gas (*Gas filled panels* o GFP en inglés) y aerogeles, que combinan delgadez, ligereza y valores extremadamente bajos de conductividad térmica.

Otro factor para tomar en cuenta para los sistemas aislantes por el exterior del edificio es la sostenibilidad [[Rosa et al., 2014](#)]: la evaluación del ciclo de vida de los componentes de los edificios y de los edificios como un todo, para tener en cuenta todos los usos de energía desde la construcción hasta la demolición. Existen varios **protocolos o sellos de evaluación ambiental** dedicados a edificios, como LEED o BREEAM.

Los sistemas de aislamiento exteriores pueden clasificarse en un primer nivel en sistemas para sustratos sólidos (tabiquería) o sustratos de madera; a partir de estos dos tipos de construcciones, se hacen distintas distribuciones de capas.

Para los elementos con sustrato sólido suele colocarse un sistema de anclaje o adhesivo entre el muro original y la capa de material aislante. A continuación puede colocarse una malla de refuerzo entre el aislante y la capa base del muro, que puede ser un mortero, por ejemplo, y esta capa se cubra después con una capa de acabado que forma la parte exterior de la barrera primaria contra la humedad.

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

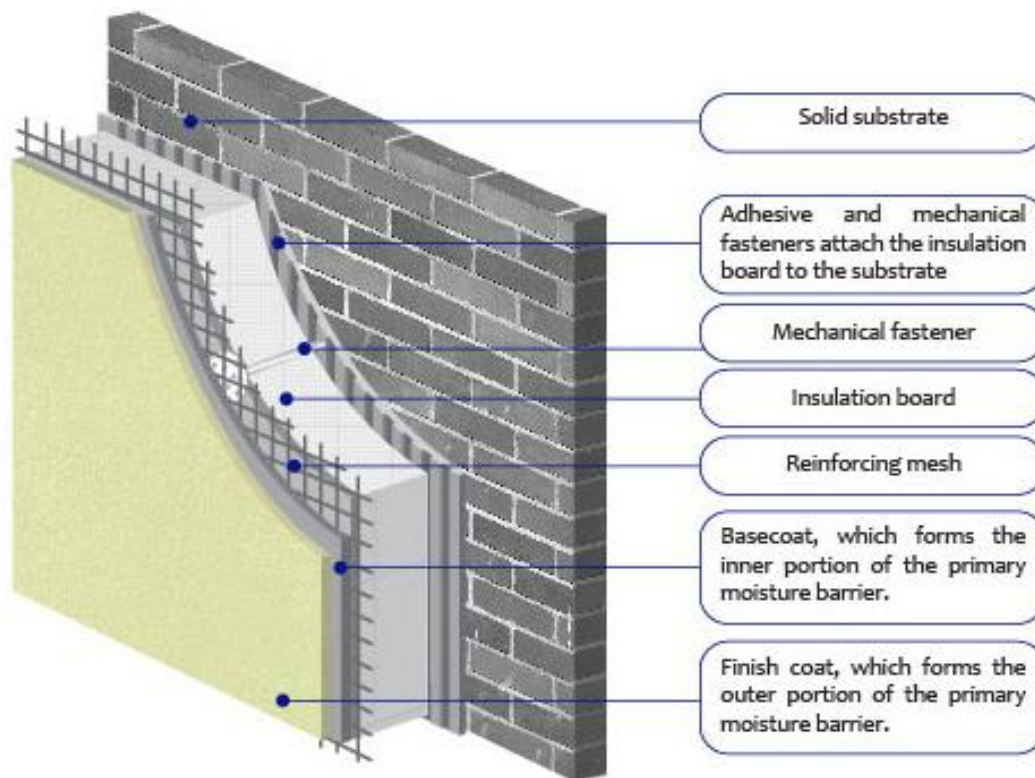


Imagen 8. Ejemplo de capas de un sistema de aislamiento por el exterior para sustrato sólido. FUENTE: Terraco

Los sistemas de sustrato de madera constan básicamente de las mismas capas que los de sustrato sólido. La diferencia radica en que cambia el elemento original de la construcción sobre el que se coloca el sistema aislante.

En consecuencia, debido a las características propias de la madera, pueden variar los materiales aislantes utilizados, como es la capa de membrana a prueba de agua, a fin de evitar que el elemento de madera sufra de humedades que puedan ocasionar daños o debilitar el sistema constructivo.

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

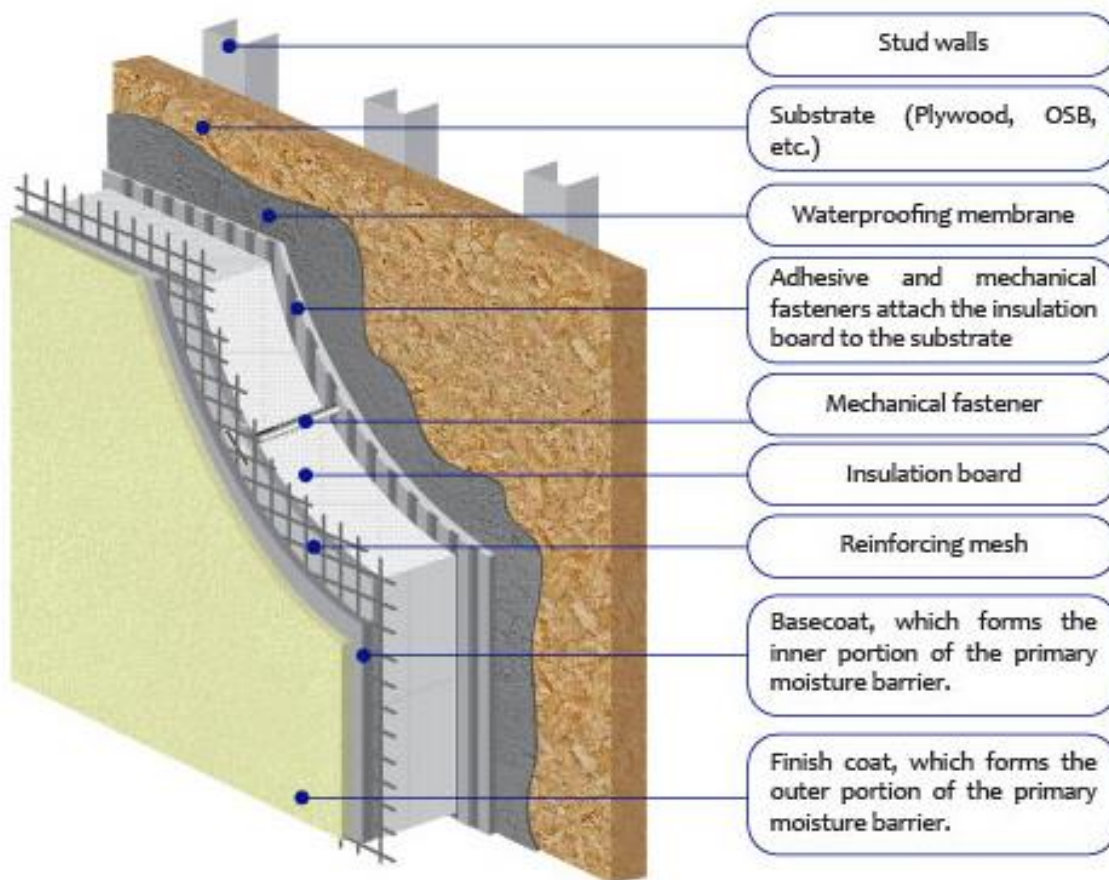


Imagen 9. Ejemplo de capas de sistema de aislamiento por el exterior para sustrato de madera o derivados. FUENTE: Terraco

3.2 Definición de sistema SATE

Los sistemas de aislamiento por el exterior en forma de “kits”, como los mostrados en las dos imágenes anteriores, se denominan **sistemas SATE**. Un sistema de este tipo se entiende como un sistema compuesto de aislamiento por el exterior con una resistencia térmica mínima de $1 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ según las siguientes fuentes:

- Guía ETAG 004:2011 (*Guideline for European technical approval of external thermal insulation composite systems with rendering*).
- Normas UNE-EN 13499:2004 (*Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Sistemas compuestos para aislamiento térmico externo (ETICS) basados en poliestireno expandido. Especificación*) y UNE-EN 13500:2004 (*Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Sistemas compuestos para aislamiento térmico externo (ETICS) basados en lana mineral. Especificación*).
- Guía IDAE de “Sistemas de aislamiento térmico exterior (SATE) para la rehabilitación de la envolvente térmica de los edificios”.

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

Las clasificaciones de estos sistemas pueden hacerse atendiendo a tres factores principales: tipo de fijación, material aislante empleado en el sistema y tipos de acabado.



**GENERALITAT
VALENCIANA**

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL



**Cofinanciado por
la Unión Europea**

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

4 Sistemas de aislamiento térmico por el interior en edificación

4.1 Introducción

Aunque hay una amplia variedad de soluciones de aislamiento por el exterior, en muchas ocasiones no pueden aplicarse, por los siguientes motivos:

- El edificio está protegido.
- No hay acuerdo en la comunidad de vecinos (cualquier modificación en la fachada por el exterior, repercute a todos los vecinos del inmueble al tratarse de un elemento común).
- No puede obtenerse permiso de obras.
- La geometría de la fachada no encaja con los sistemas SATE.
- No hay espacio suficiente para montar andamios.
- Coste y tiempo de instalación elevados.

En situaciones como la expuestas, pueden utilizarse sistemas de aislamiento térmico por el interior. El aislamiento térmico de fachada por el interior es una obra que consiste en la instalación de un material aislante, normalmente mediante instalación de tableros o paneles aislantes o mediante la inyección de un material aislante en la fachada a través del interior de la vivienda.

Al ser una instalación que se realiza desde el interior, no requiere de una gran obra de rehabilitación energética de fachada, con el coste y tiempo de instalación que conlleva, y por tanto su instalación es más cómoda y rápida que la de los sistemas SATE.

4.2 Principales propiedades de los sistemas de aislamiento por el interior

Estos sistemas no constituyen soluciones completas de aislamiento, pues el aislamiento se ejecuta en la parte que ocupa la vivienda que va a aislarse, pero no se realiza en toda la fachada. Por tanto, debe valorarse también si es necesario instalar algún tipo de aislamiento en los techos o en los suelos, para evitar posibles puentes térmicos.

Al igual que los sistemas por el exterior, si no están bien diseñados y ejecutados pueden presentar puentes térmicos, condensaciones intersticiales, daños por escarcha o hielo, mohos, etc. [Straube y Schumacher, 2007; WTA 6-4, 2009]. **La principal diferencia con los sistemas por el exterior es que cambian significativamente el comportamiento del muro de mampostería sobre el cual van fijados.** Durante la estación calurosa, la temperatura en el muro se reduce notablemente. Cuando la temperatura en la interfaz entre el muro de



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

masonería y el aislamiento cae por debajo del punto de rocío y el sistema de aislamiento está abierto al vapor, puede aparecer condensaciones intersticiales. Para evitar esto, a menudo se recomienda un aislamiento hermético al vapor, como XPS, vidrio celular o un sistema abierto de vapor en combinación con un retardador de vapor. Sin embargo, mediante el uso de estos sistemas se excluye un secado de la pared de mampostería hacia el interior. En consecuencia, especialmente cuando el muro está expuesto a la lluvia impulsada por el viento, se obtendrá un aumento de humedad en el muro de mampostería. Para superar este problema, existen actualmente algunos sistemas innovadores: se recomienda usar un retardador de vapor inteligente [Künzel, 1999] o lana mineral hidrofílica [Pavlik y Cerny, 2009] o sistemas de aislamiento capilar activo. Este último sistema permite, debido a las fuerzas capilares, la redistribución de la humedad. En consecuencia, de acuerdo con Scheffler y Grunewald (2003), el riesgo de condensación intersticial puede reducirse en casos de un buen contacto entre la pared de mampostería y el sistema de aislamiento. Además, dado que el sistema está abierto al vapor, sigue siendo posible el secado de la pared de mampostería.

Un inconveniente común de los sistemas de aislamiento por el interior consiste en que se pierde espacio dentro de la vivienda [WTA 6-4, 2009]. La instalación de placas de poliestireno, corcho, yeso laminado (pladur o similar) u otros materiales que se utilizan para aislar los techos o paredes disminuye el espacio interior en varios centímetros, derivados de la instalación y el trasdosado. Esto debe tenerse en cuenta cuando se desea aislar viviendas o habitaciones de dimensiones reducidas.

Ahora bien, estos sistemas tienen las siguientes ventajas frente a los sistemas de aislamiento por el exterior [Scheffler y Grunewald, 2003]:

- Tienen un precio más reducido.
- Son mucho más rápidos de ejecutar y no requieren instalar andamiajes.
- Permiten sanear los muros y sus posibles deficiencias.
- No requieren aprobación de la comunidad de vecinos.
- No requieren permisos de obras.
- Se evitan las humedades de forma más duradera que en los SATE.

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

5 Fichas técnicas de sistemas de aislamiento para edificación


NOMBRE	SISTEMA DE AISLAMIENTO CON PAJA
DESCRIPCIÓN GENERAL	<p>Un sistema de aislamiento con paja se basa en que su principal material aislante sea la paja, ya que siempre se utiliza en conjunto con otra serie de materiales.</p> <p>La paja es la parte por encima de la raíz y por debajo del grano en un cereal generalmente. Con mucha frecuencia, para la construcción se utiliza la paja de trigo por cumplir mejor las características para este fin.</p> <div data-bbox="673 853 1102 1525"><p>Inflorescencia</p><p>Tallo</p><p>Hoja</p><p>Entrenudo</p><p>Nudo</p><p>Paja</p></div> <p>Partes de la planta de trigo. Fuente: Villar (2021)</p>



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

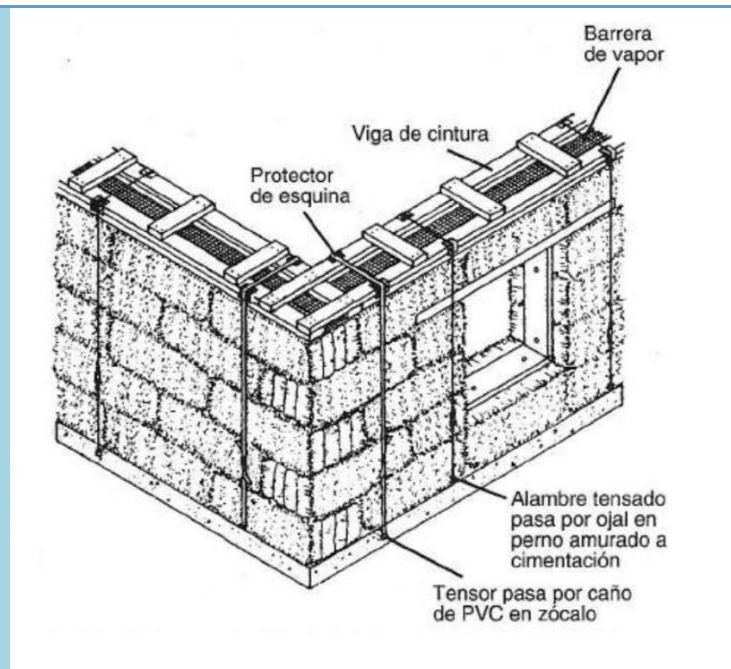
“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

<p>CLASIFICACIÓN</p>	<p>Los cuatro tipos de sistemas de aislamiento con paja más utilizados en España son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none">• Sistema de muros portantes o sistema Nebraska. En este tipo de construcciones los muros de fardos de paja están diseñados para soportar la carga de la cubierta y de los propios forjados, por lo que se elimina la necesidad de cualquier tipo de estructura y se transmite todo ese peso a la cimentación.• Sistema de postes y vigas o sistema de relleno. En el método de postes y vigas el peso del tejado y los forjados se soporta mediante una estructura de madera, hierro u hormigón. Los fardos de paja se utilizan como relleno a modo de aislante y cerramiento, y por tanto pierden su función estructural.• Sistema CUT (Cell Under Tension). El sistema “Célula Bajo Tensión” es una evolución del sistema Nebraska aunando al entramado de madera tradicional. Su denominación proviene de la compresión que se realiza de forma lateral, inferior y superior a los fardos de paja con el mínimo material estructural posible.• Sistemas prefabricados. Los elementos prefabricados de madera y paja pueden funcionar tanto como elementos estructurales o como elementos de cerramiento. Tanto la paja como la madera funcionan de forma conjunta para darle solidez a los módulos.
<p>IMÁGENES DEL SISTEMA</p>	

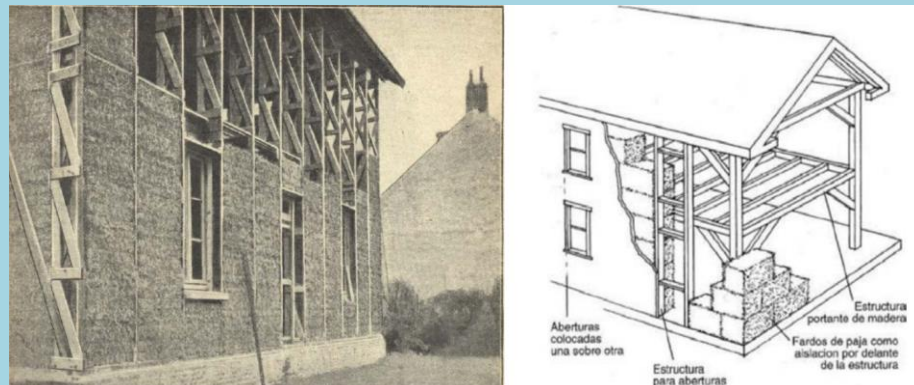
ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



Sistema de muros portantes o sistema Nebraska. Fuente: Villar (2021)



Sistema de postes y vigas o sistema de relleno. Fuente: Villar (2021)



Sistema CUT. Fuente: Villar (2021)



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



Sistema prefabricado. Fuente: Okambuva cooperativa (2021)



**GENERALITAT
VALENCIANA**

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL



**Cofinanciado por
la Unión Europea**

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



Preparación de la construcción del centro de día de Meliana. Fuente: Grupo Serpa.



**GENERALITAT
VALENCIANA**

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL



**Cofinanciado por
la Unión Europea**

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

MONTAJE	<p>En todos los casos la paja va prensada (en rectángulos de diferentes dimensiones) para facilitar el manejo de ésta.</p>  <p>Alpaca de paja prensada. Fuente: Libre</p> <p>La diferencia en el montaje consiste en que, en el Sistema de Muros Portantes, en el Sistema de Relleno y en el Sistema CUT se elabora en primer lugar la estructura de madera de la obra y, después, se introduce las alpacas de paja prensada en el lugar. En cambio, en el Sistema Prefabricado se forma la estructura de madera con la alpaca de paja en el interior ya en fábrica y se lleva todo montado para colocar en obra directamente.</p>
AISLANTE USADO	<p>El aislante utilizado es la paja de trigo, centeno o arroz, cuyas principales propiedades:</p> <ul style="list-style-type: none">• Densidad (kg/m^3): 120• Conductividad térmica (W/mK): 0,067• Resistencia mecánica: baja
PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA COMPLETO	<ul style="list-style-type: none">- Densidad (kg/m^3): 120- Conductividad térmica ($\text{W/m}\cdot\text{K}$): 0,067- Resistencia mecánica: media- Espesor (cm): entre 50 y 120 cm- Transmitancia térmica ($\text{W/m}^2\text{°C}$): 0,198 con 25 cm de espesor y 0,166 con 35 cm de espesor.- Resistencia al fuego: RF 90- Aislamiento acústico: 49 dB <p>Características medioambientales:</p> <ul style="list-style-type: none">- Consumo total de energía primaria: 490 MJ- Consumo de energía renovable: 491 MJ- Consumo de energía no renovable: 7,87 MJ-Proceso de energía: 8,89 MJ- Consumo total de agua: 30,4 litros- CO2 equivalente en kg: -9,63



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

ACABADO

Exterior

- Los acabados exteriores pueden estar formados de arcilla o cal.



Acabado exterior de arcilla. Fuente: okambuva.

Interior

- Los acabados interiores suelen estar revestidos con tableros de fibra de madera.



GENERALITAT
VALENCIANA

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL



Cofinanciado por
la Unión Europea

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



Acabado interior del centro de día de Meliana. Fuente: Grupo Serpa

VENTAJAS

- Los módulos de paja prensada con una densidad mínima, dentro de una estructura de madera, son estructuralmente portantes. Es decir, no se precisan estructuras portantes complementarias para la edificación.
- Por la baja conductividad térmica de la paja, su uso garantiza altos valores de eficacia energética, lo que hace posible diseñar edificaciones que cumplan los exigentes parámetros del estándar Passivhaus.
- La estructura de madera y sus dimensiones permiten un montaje simple, con herramienta manual y tornillería de construcción.
- Los módulos de paja pueden fabricarse específicamente para cada



**GENERALITAT
VALENCIANA**

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL



**Cofinanciado por
la Unión Europea**

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

	<p>proyecto, por lo que resulta posible adaptar sus dimensiones dentro de una horquilla de dimensiones por la que está condicionada tecnológicamente.</p> <ul style="list-style-type: none">• El uso de este sistema garantiza un consumo cero de CO2.• Este sistema no resulta en absoluto perjudicial para el medio ambiente, y no emplean materiales o productos petroquímicos.• Con relación al punto anterior, la paja en determinadas ocasiones (como es el caso de la paja de arroz) es un residuo difícil de eliminar y conlleva costes tanto económicos como medioambientales. Con este sistema se ayuda a utilizar ese tipo de residuos y a valorizarlos (economía circular).• Este sistema no necesita ningún tipo de adhesivo que pueda ser perjudicial para el medioambiente.• La paja y la madera utilizadas para el sistema son materiales locales, lo que implica que se favorece a las empresas locales y se reduce la contaminación producida por el transporte.• Tanto la madera como la paja son fáciles de trabajar, y su uso está al alcance de cualquier pequeña empresa, lo que favorece que estos sistemas sean utilizados por PYMES.• Es muy adecuado para bioconstrucción, por basarse en un material renovable y reciclable.• Su montaje no conlleva elevada dificultad ya que los paneles o las alpacas son fácilmente manejables.
INCONVENIENTES Y LIMITACIONES	<ul style="list-style-type: none">• La paja de este sistema de aislamiento es un elemento degradable si no está bien aislada.• Por ahora no existen estudios amplios sobre la durabilidad a largo plazo de este sistema, pues no hay todavía muchas estructuras que lo usen.• Su resistencia al fuego es media-baja frente a otros materiales, como la lana de roca.• Necesita bastante espesor para que cumpla los requisitos de aislamiento.• Aunque es un sistema portante, la resistencia es baja respecto a otros materiales (madera aserrada, madera laminada encolada, madera contralaminada o CLT).• Tiene limitación en cuanto a construir grandes edificios, porque no puede resistir la carga de varias alturas. Por tanto, su uso principal queda en la mayoría de casos reducido a viviendas unifamiliares.
POSIBLES USOS EN CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN	<ul style="list-style-type: none">• El uso más generalizado de este tipo de sistemas de aislamiento es el de elemento portante de viviendas; en el cual cumple la función de aislante exterior e interior, ya que el mismo elemento se expone en ambas caras.• También puede utilizarse en obras de rehabilitación para aislar en el interior o exterior. Sin embargo, no es un uso muy extendido y no es probable que lo sea en el futuro, ya que requiere de un gran espesor para cumplir la función de aislamiento y por tanto ocupa demasiada superficie útil de la vivienda.



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

Bibliografía

- Barbero Durán, C. *Industrialización aplicada a la construcción con paja*. TFG. Universidad Politécnica de Cataluña, 2021
- Beck, A.; Heinemann, U.; Reidinger, M.; and Fricke, J. *Thermal Transport in Straw Insulation*. Journal of Thermal Envelope and Building Science, 27:227-234, 2004
- Kymäläinen, H.R. and Sjöberg, A.M. *Flax and hemp fibres as raw materials for thermal insulations*. Building and Environment, 43:1261-1269, 2008
- Pruteanu, M. *Investigations Regarding the Thermal Conductivity of Straw*. Bulletin of the Polytechnic Institute of Jassy, Constructions, Architecture Section. LVI (LX), 2010
- Sabapathy, K. and Gedupudi, S. *Straw bale based constructions: Measurement of effective thermal transport properties*. Construction and Building Materials, 198:182-194, 2018



GENERALITAT
VALENCIANA

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL




Cofinanciado por
la Unión Europea

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

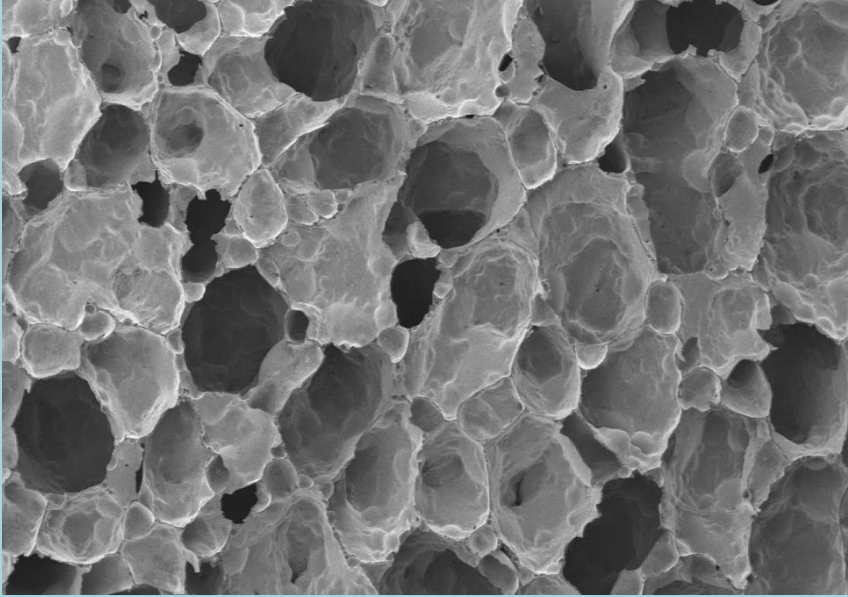

NOMBRE	SISTEMA DE AISLAMIENTO MEDIANTE VIDRIO CELULAR
DESCRIPCIÓN	<p>Este sistema de aislamiento térmico está presente en el mercado desde hace casi ochenta años, si bien en los últimos años ha habido mejoras e innovaciones significativas en cuanto a uso de materias primas recicladas, montaje y menor necesidad de energía para la producción del vidrio celular. Puede utilizarse tanto por el exterior como por el interior del edificio.</p> <p>En concreto, este sistema ha demostrado sus cualidades en muchos proyectos, tanto por sus propiedades específicas (aislamiento térmico; impermeabilidad al agua, al aire y al vapor; resistencia a la compresión) como por su excelente comportamiento ignífugo. El aislante del sistema (vidrio celular) se adhiere a la superficie que se desea aislar (muros, fachadas, por ejemplo) mediante diferentes adhesivos que suelen estar compuestos de betún, lo que crea un sistema totalmente aislante.</p>  <p>Sistema de aislamiento de vidrio celular. Fuente: FOAMGLAS</p> <p>El vidrio, material de base utilizado para fabricar el aislante de este sistema, se funde para obtener una colada continua. Tras el proceso de trituración, el polvo de vidrio, al cual se añade carbono, se coloca en unos moldes, que se introducen a su vez en un horno con una temperatura de aproximadamente 1.000 °C.</p> <p>El carbono se oxida y forma burbujas de gas que hacen que el material se expanda. Se obtiene en consecuencia la estructura celular del material, que entonces se extrae del molde y se introduce en un horno longitudinal donde se enfría.</p> <p>Una vez alcanzan la temperatura ambiente, las placas de vidrio celular se cortan según las dimensiones especificadas y después se revisan y embalan.</p>



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

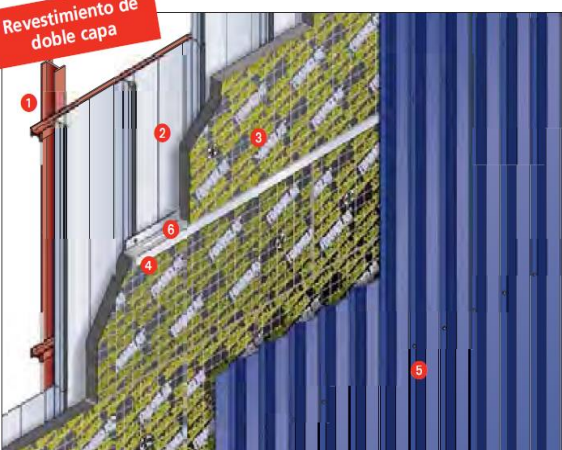
“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

	 <p>Estructura microscópica del vidrio celular. Fuente: Villafañe Calvo (2019)</p>
<p>CLASIFICACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none">• Exterior<ul style="list-style-type: none">- Revestimiento pesado y ligero: <p>Revestimientos pesados o ligeros Revestimientos ligeros</p><p>Revestimiento pesado o ligero. Fuente: FOAMGLAS</p>- Revestimiento de doble capa:

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



Revestimiento de doble capa

Rendimiento acústico (mínimo 37 dB) garantizado por la resistencia del material

Descripción del sistema

- 1 Estructura metálica de soporte
- 2 Capa metálica interior (dirección de colocación a elegir)
- 3 Aislante FOAMGLAS® WALL BOARD
- 4 Subestructura metálica
- 5 Capa metálica exterior (dirección de colocación a elegir)
- 6 PITTSEAL 444

Revestimiento de doble capa. Fuente: FOAMGLAS

- Interior
 - Muros interiores:



Gama locales húmedos

Muro interior

Muro interior, acabado con losas

Descripción del sistema

- 1 Soporte de mampostería
- 2 Cola PC® 56
- 3 Aislante FOAMGLAS®
- 4 Enlucido PCS® 164 con armadura 150 embutida
- 5 Revestimiento continuo de acabado

Aislamiento para muros interiores. Fuente: FOAMGLAS

ENTREGABLE

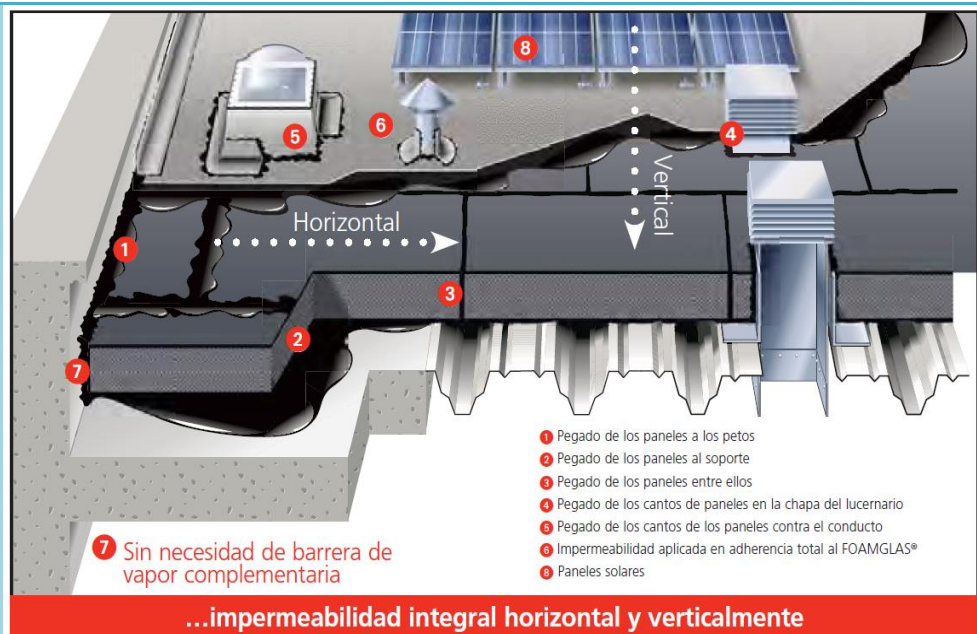
Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME

INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

IMÁGENES DEL SISTEMA



GENERALITAT
VALENCIANA

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL



Cofinanciado por
la Unión Europea

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



Sistema de aislamiento con vidrio celular. Fuente: Building Green

MONTAJE

El montaje puede variar dependiendo de las diferentes posibilidades que ofrece este sistema de aislamiento. No obstante, en todos los casos tiene un mismo principio, que radica en utilizar adhesivos que contienen betún. Estos adhesivos hacen estanco el aislamiento, tanto en lo relativo a condiciones térmicas como al agua (impermeabilidad).

Se recomiendan los siguientes adhesivos, cuya elección depende de las condiciones ambientales de instalación del sistema de aislamiento.

Tipo	Cola monocomponente (resinas sintéticas) sin disolvente	Cola bituminosa fría monocomponente	Cola bicomponente	Cola en frío monocomponente bituminosa
Temperatura de servicio	De 0 °C a +35°C	De -5 °C a +40°C	De -15 °C a +45°C (si es cola)	De -40 °C a +80°C (+100°C máx.)
Temperatura de aplicación	De +2 °C a +25°C	De +5 °C a +40°C	De +2 °C a +35°C (soporte sin helar)	De +5 °C a +40°C
Tiempo de secado	Seco al tacto (mín.): en 3 horas a 10°C, en 15 minutos a 25 °C		De 1 a 3 días según las condiciones de aplicación	Unas semanas
Densidad aparente	1,7 kg/dm ³	1,15 g/cm ³	1,2 kg/dm ³	1,50 kg/dm ³

Tabla descriptiva de varios adhesivos recomendados. Fuente: FOAMGLAS

A continuación, el proceso de montaje consiste en aplicar una capa de adhesivo en la superficie que quiere aislarse. Una vez impregnado el adhesivo a la superficie, van colocándose las placas o paneles de vidrio celular sin dejar de



GENERALITAT
VALENCIANA

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL



Cofinanciado por
la Unión Europea

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

impregnar de adhesivo las juntas, de modo que quede estanco.

Finalmente, se coloca otra capa de adhesivo en la parte que lleve el acabado, hasta obtener un sistema hermético que no permite ni el intercambio de aire ni la entrada de agua.



Placa de vidrio celular. Fuente: Polydros

AISLANTE O AISLANTES USADOS

El aislante utilizado es el vidrio celular, conformado en placas fáciles de colocar por sus dimensiones con las siguientes características.

Dimensiones	600 x 450 mm	600 x 450 mm	600 x 450 mm	600 x 450 mm
Grosos	40, 50, [...], 170, 180 mm	40, 50, [...], 170, 180 mm	40, 50, [...], 150, 160 mm	40, 50, [...], 130, 140 mm
Conductividad térmica W/m °C	0,041	0,045	0,050	0,038
Resistencia a la compresión en kg/cm ²	6	9	16	3,5
Absorción de agua por inmersión	Nula	Nula	Nula	Nula
Permeabilidad al vapor de agua	Nula	Nula	Nula	Nula
Resistencia a la difusión del vapor de agua μ	Infinita	Infinita	Infinita	Infinita
Clase de resistencia al fuego PV CSTB n° 78.13991 sin limitación de duración	Euroclase A1	Euroclase A1	Euroclase A1	Euroclase A1
Densidad aparente kg/m ³ + 10 %	115	130	165	100
Coefficiente de dilatación lineal/°C	9x10 ⁻⁶ /°C	9x10 ⁻⁶ /°C	9x10 ⁻⁶ /°C	9x10 ⁻⁶ /°C
Estabilidad dimensional	Perfecta	Perfecta	Perfecta	Perfecta
Resistencia a los agentes químicos	Todos sus ácidos* y sus vapores	Todos sus ácidos* y sus vapores	Todos sus ácidos* y sus vapores	Todos sus ácidos* y sus vapores
Módulo de elasticidad en flexión en daN/cm ²	> 8 000	> 12 000	> 15 000	> 4 000

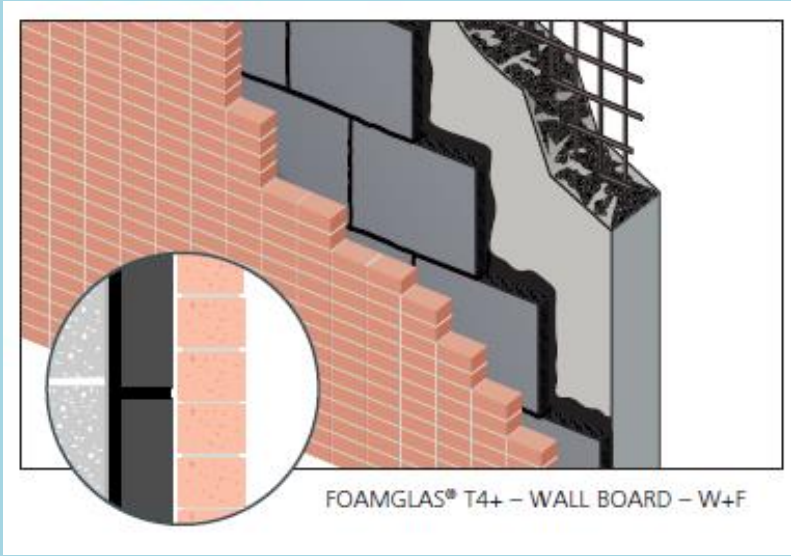
Características técnicas de las placas de vidrio celular. Fuente: FOAMGLAS



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

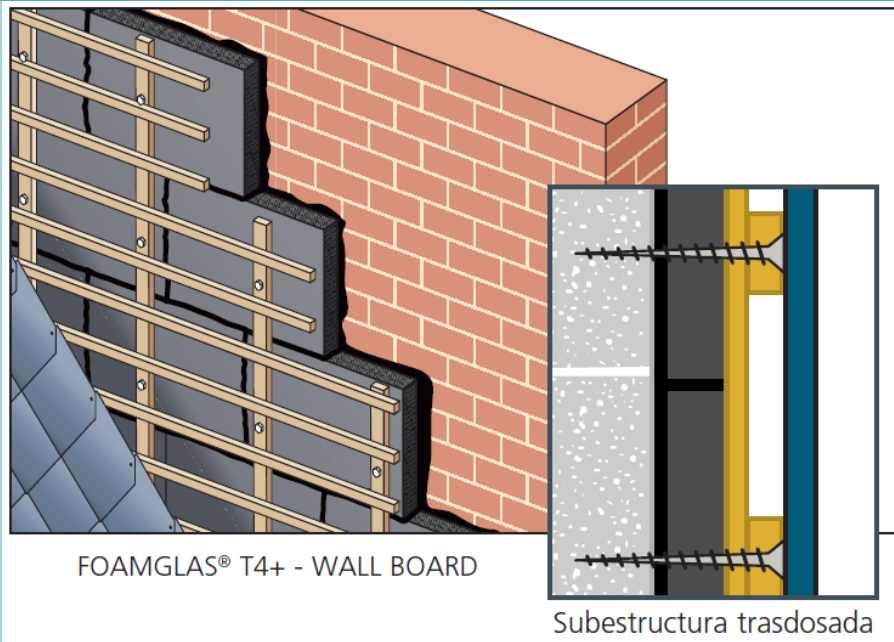
“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA COMPLETO	Las características del sistema completo de vidrio celular se exponen en la siguiente tabla.																																																																									
	<table border="1"><thead><tr><th>Dimensiones</th><td>1200 x 600 mm *(600x450)</td><td>1200 x 600 mm</td><td>1200 x 600 mm</td><td>1200 x 600 mm</td></tr></thead><tbody><tr><td>Grosores</td><td>40 - 180</td><td>40 - 180</td><td>40 - 180</td><td>40 - 160</td></tr><tr><td>Densidad aparente</td><td>115 kg/m³ (tolerancia 10 %)</td><td>115 kg/m³ (tolerancia 10 %)</td><td>115 kg/m³ (tolerancia 10 %)</td><td>165 kg/m³ (tolerancia 10 %)</td></tr><tr><td>Conductividad térmica a 10 °C</td><td>0,041 w/mK (med. máx.)</td><td>0,041/0,038 w/mK (med. máx.)</td><td>0,041w/mK (med. máx.)</td><td>0,050w/mK (med. máx.)</td></tr><tr><td>Resistencia a la compresión</td><td>6 kg/cm² (valor med. en la ruptura)</td><td>6/3,5 kg/cm² (valor med. en la ruptura)</td><td>6 kg/cm² (valor med. en la ruptura)</td><td>16 kg/cm² (valor med. en la ruptura)</td></tr><tr><td>Coefficiente de dilatación lineal</td><td>9x10-6/°C</td><td>9x10-6/°C</td><td>9x10-6/°C</td><td>9x10-6/°C</td></tr><tr><td>Difusividad térmica</td><td>4,4 x 10-7 m²/s.</td><td>4,4 x 10-7 m²/s.</td><td>4,4 x 10-7 m²/s.</td><td>3,5 x 10-7 m²/s.</td></tr><tr><td>Absorción de agua (en la inmersión)</td><td>Nula (salvo la retención momentánea de superficie)</td><td>Nula (salvo la retención momentánea de superficie)</td><td>Nula (salvo la retención momentánea de superficie)</td><td>Nula (salvo la retención momentánea de superficie)</td></tr><tr><td>Higroscopicidad</td><td>nula</td><td>nula</td><td>nula</td><td>nula</td></tr><tr><td>Capilaridad</td><td>nula</td><td>nula</td><td>nula</td><td>nula</td></tr><tr><td>Resistencia a la difusión de vapor de agua</td><td>$\mu = \text{infinito}$</td><td>$\mu = \text{infinito}$</td><td>$\mu = \text{infinito}$</td><td>$\mu = \text{infinito}$</td></tr><tr><td>Resistencia a los ácidos</td><td colspan="4">Resiste a todos los ácidos empleados habitualmente así como a sus vapores</td></tr><tr><td>Estabilidad dimensional</td><td>perfecta</td><td>perfecta</td><td>perfecta</td><td>perfecta</td></tr><tr><td>Resistencia a los roedores y a los insectos</td><td>sí</td><td>sí</td><td>sí</td><td>sí</td></tr></tbody></table>					Dimensiones	1200 x 600 mm *(600x450)	1200 x 600 mm	1200 x 600 mm	1200 x 600 mm	Grosores	40 - 180	40 - 180	40 - 180	40 - 160	Densidad aparente	115 kg/m ³ (tolerancia 10 %)	115 kg/m ³ (tolerancia 10 %)	115 kg/m ³ (tolerancia 10 %)	165 kg/m ³ (tolerancia 10 %)	Conductividad térmica a 10 °C	0,041 w/mK (med. máx.)	0,041/0,038 w/mK (med. máx.)	0,041w/mK (med. máx.)	0,050w/mK (med. máx.)	Resistencia a la compresión	6 kg/cm ² (valor med. en la ruptura)	6/3,5 kg/cm ² (valor med. en la ruptura)	6 kg/cm ² (valor med. en la ruptura)	16 kg/cm ² (valor med. en la ruptura)	Coefficiente de dilatación lineal	9x10-6/°C	9x10-6/°C	9x10-6/°C	9x10-6/°C	Difusividad térmica	4,4 x 10-7 m ² /s.	4,4 x 10-7 m ² /s.	4,4 x 10-7 m ² /s.	3,5 x 10-7 m ² /s.	Absorción de agua (en la inmersión)	Nula (salvo la retención momentánea de superficie)	Nula (salvo la retención momentánea de superficie)	Nula (salvo la retención momentánea de superficie)	Nula (salvo la retención momentánea de superficie)	Higroscopicidad	nula	nula	nula	nula	Capilaridad	nula	nula	nula	nula	Resistencia a la difusión de vapor de agua	$\mu = \text{infinito}$	$\mu = \text{infinito}$	$\mu = \text{infinito}$	$\mu = \text{infinito}$	Resistencia a los ácidos	Resiste a todos los ácidos empleados habitualmente así como a sus vapores				Estabilidad dimensional	perfecta	perfecta	perfecta	perfecta	Resistencia a los roedores y a los insectos	sí	sí	sí
Dimensiones	1200 x 600 mm *(600x450)	1200 x 600 mm	1200 x 600 mm	1200 x 600 mm																																																																						
Grosores	40 - 180	40 - 180	40 - 180	40 - 160																																																																						
Densidad aparente	115 kg/m ³ (tolerancia 10 %)	115 kg/m ³ (tolerancia 10 %)	115 kg/m ³ (tolerancia 10 %)	165 kg/m ³ (tolerancia 10 %)																																																																						
Conductividad térmica a 10 °C	0,041 w/mK (med. máx.)	0,041/0,038 w/mK (med. máx.)	0,041w/mK (med. máx.)	0,050w/mK (med. máx.)																																																																						
Resistencia a la compresión	6 kg/cm ² (valor med. en la ruptura)	6/3,5 kg/cm ² (valor med. en la ruptura)	6 kg/cm ² (valor med. en la ruptura)	16 kg/cm ² (valor med. en la ruptura)																																																																						
Coefficiente de dilatación lineal	9x10-6/°C	9x10-6/°C	9x10-6/°C	9x10-6/°C																																																																						
Difusividad térmica	4,4 x 10-7 m ² /s.	4,4 x 10-7 m ² /s.	4,4 x 10-7 m ² /s.	3,5 x 10-7 m ² /s.																																																																						
Absorción de agua (en la inmersión)	Nula (salvo la retención momentánea de superficie)	Nula (salvo la retención momentánea de superficie)	Nula (salvo la retención momentánea de superficie)	Nula (salvo la retención momentánea de superficie)																																																																						
Higroscopicidad	nula	nula	nula	nula																																																																						
Capilaridad	nula	nula	nula	nula																																																																						
Resistencia a la difusión de vapor de agua	$\mu = \text{infinito}$	$\mu = \text{infinito}$	$\mu = \text{infinito}$	$\mu = \text{infinito}$																																																																						
Resistencia a los ácidos	Resiste a todos los ácidos empleados habitualmente así como a sus vapores																																																																									
Estabilidad dimensional	perfecta	perfecta	perfecta	perfecta																																																																						
Resistencia a los roedores y a los insectos	sí	sí	sí	sí																																																																						
Características del sistema completo. Fuente: FOAMGLAS																																																																										
ACABADO	Este sistema es compatible con muchos acabados, ya que puede adherirse a casi cualquier superficie.																																																																									
	A continuación, de forma no exhaustiva, se muestran algunos ejemplos.																																																																									
Exterior																																																																										
																																																																										
Pared con cámara de aire. Fuente: FOAMGLAS																																																																										

ENTREGABLE

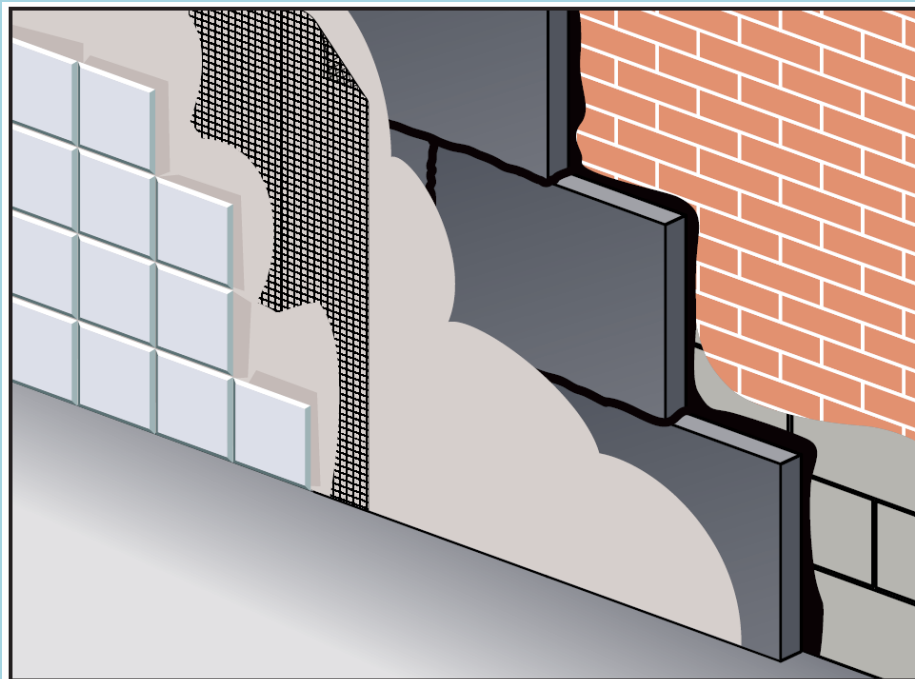
Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



Acabado con subestructura trasdosada. Fuente: FOAMGLAS

Interior



Acabado interior mediante losas. Fuente: FOAMGLAS



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

<p>VENTAJAS</p>	<p>El material aislante (vidrio celular) del sistema presenta las siguientes ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Tiene una durabilidad que no pueden ofrecer otros materiales; por este motivo, el sistema se suministra con garantías de hasta 30 años.• Para su producción se utiliza vidrio reciclado, que suele proceder de parabrisas usados de coches. Por tanto, es un material reutilizable que aprovecha un residuo existente (economía circular).• Satisface un conjunto de requisitos idóneo para cualquier material en el cual se base un sistema de aislamiento:<ul style="list-style-type: none">- Tiene una estabilidad dimensional adecuada.- Es hermético e impermeable respecto a gases (radón, por ejemplo) y vapor de agua.- Presenta alta resistencia frente al fuego: Euroclase 1 (incombustible).- Es impermeable y no se pudre.- Es fácil de cortar con cualquier elemento.- Resulta resistente a los ácidos corrientes en general.- Presenta una resistencia total frente a insectos y roedores, pues ya pueden alimentarse de este material.- Por su composición específica, tiene una buena resistencia a la compresión.• Es un material ligero y fácil de colocar en obra, ya que por su facilidad de corte puede adecuarse a la forma de cualquier superficie.• Por el tipo de adhesión es compatible con cualquier superficie (hormigón, acero, madera, etc.) <p>El sistema de aislamiento en conjunto presenta las siguientes ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Está certificado como no emisor de sustancias peligrosas, en especial COV (compuestos orgánicos volátiles).• Tiene la misma vida útil que la edificación, y una vez pasa a ser un residuo puede utilizarse para el relleno aislante de ladrillos.• Además de los usos comunes de un sistema aislante (fachadas, muros, cubiertas, etc.), puede emplearse también en muros enterrados, suelos, tuberías, zonas de paso de vehículos, etc.
<p>INCONVENIENTE SY LIMITACIONES</p>	<ul style="list-style-type: none">• Aunque el material aislante del sistema resulta favorable para el medio ambiente en el sentido que se reutiliza un residuo en lo que a material se refiere, necesita mucha energía (sobre todo calor) para su transformación. Por tanto, no es el sistema de aislamiento más sostenible posible. Aunque ha habido iniciativas para reducir el consumo de energía, no han dado resultados significativos hasta el momento.• Los adhesivos utilizados para adherir el vidrio a las superficies son petroquímicos (están compuestos con betún), y por tanto no son sostenibles y tienen un impacto ambiental elevado.• La materia prima para el vidrio celular proviene de parabrisas de coches, cuya disponibilidad es limitada y puede haber dificultades de suministro en ciertas ocasiones, sobre todo con pedidos grandes.• El sistema en conjunto, por el coste elevado de producción del vidrio celular, tiene un precio elevado respecto a otros sistemas aislantes



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

	comerciales.
POSIBLES USOS EN CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN	<p>Este sistema de aislamiento cumple los requisitos para tener una gran variedad de usos tanto en construcción como en rehabilitación. A continuación se citan algunos de ellos:</p> <ul style="list-style-type: none">- Fachadas.- Muros interiores.- Cubiertas.- Suelos.- Muros enterrados.- Cubriendo tuberías.- Zonas de circulación de vehículos pesados.- Bajo acabados vegetales.- Impermeabilización y aislamiento fotovoltaico.- Soluciones acústicas.
BIBLIOGRAFÍA	<ul style="list-style-type: none">• Villafañe Calvo, Juan. <i>Modelización de la conductividad térmica en materiales celulares basados en el vidrio</i>. TFG. Universidad de Valladolid, 2019.• Rougeron, Claude. <i>Aislamiento acústico y térmico en la construcción</i>. Editores Técnicos Asociados. Barcelona, 1977



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

NOMBRE	SISTEMA DE AISLAMIENTO CON LANA DE OVEJA
DESCRIPCIÓN GENERAL	<p>El sistema de aislamiento con lana de oveja consiste en utilizar principalmente un rollo de lana (o un trozo de éste) procesado para ser insertado entre listones de madera con una serie de láminas (que pueden ser de madera o derivados, como el tablero de virutas orientadas u OSB) entre sí, dependiendo de las necesidades del aislamiento.</p> <p>Este sistema se utiliza como aislamiento por el interior. Su innovación principal radica en el uso de un material sostenible como la lana de oveja.</p>  <p>Sistema de aislamiento con lana de oveja como material principal. Fuente: Ty-Mawr</p> <p>Ese rollo de lana proviene del lavado de la lana con sales de boro (el cual proporciona resistencia al fuego y a las polillas) y de su posterior mezcla con un porcentaje del 15 % de poliéster reciclado y un 10 % de aglutinante de poliéster en gran parte reciclado, a fin de dar al material final la consistencia necesaria.</p>

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



Rollo de lana. Fuente: Ty-Mawr

Los usos que se pueden dar para este sistema de aislamiento son varios, como muestra la siguiente imagen.



Diferentes usos para el sistema de aislamiento con lana de oveja. Fuente: Ty-Mawr

CLASIFICACIÓN

Algunos de dichos usos, siempre por el interior, son los siguientes:

- Muro de fachada.
- Panel de cubierta.
- Suelo.
- Panel divisorio entre habitaciones.

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME

INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



Sistema de aislamiento con lana de oveja donde se aprecian las láminas de OSB contiguas.

Fuente: madeinbritain

IMÁGENES DEL SISTEMA



Sistema de aislamiento con lana de oveja donde se aprecian los listones de madera. Fuente:

Therma fleece



GENERALITAT
VALENCIANA

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL



Cofinanciado por
la Unión Europea

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

MONTAJE



Colocación de un trozo del rollo de lana. Fuente: Therma fleece

AISLANTE USADO

El aislante principal del sistema es lana de oveja en un 75%, tratada con sales de boro, junto a un 15% de poliéster reciclado y un 10% de aglutinante de poliéster.

Las principales características del aislante se detallan a continuación:

- **Anchos (mm):** 370 y 150.
- **Longitudes de rollo:** 13 m (50 mm), 8,5 m (75 mm), 6,5 m (100 mm), 4,6 m (140 mm) y 4,3 m (150 mm).
- **Conductividad térmica:** 0,039 W/mK.
- **Absorción de agua (100 % HR):** 30 % p/p.
- **Capacidad calorífica específica:** 1.800 J/kgk.
- **Resistencia al moho (CUAP 2002-02-25):** aprobado.
- **Prueba de polillas/escarabajos (ISO 3998):** aprobado.
- **Resistividad de vapor:** 9 MN·s/g·m.
- **Inflamabilidad y combustión sin llama (BS 5803-4):** aprobado.
- **Reacción al fuego (EN 1925-2):** aprobado.
- **Clasificación al fuego:** Euroclase E.
- **Recuperabilidad y espesor (EN 823):** aprobado.
- **Estabilidad dimensional (EN 1604):** aprobado.
- **Se puede utilizar para reducir el sonido:** $R_w = 40$ dB.
- **Fabricado según ISO 9001 y 14001.**
- **Contenido reciclado:** 20%.
- **Reciclable:** sí.
- **Registro EPD nº SP-04468.**
- **Espesores (mm):** 50, 75, 100, 140, 150.
- **Valores de resistencia térmica:**



GENERALITAT
VALENCIANA

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL



Cofinanciado por
la Unión Europea

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

Thickness mm (tolerance +/- 5mm)	Thermal Resistance Km ² W
50	1.25
75	1.88
100	2.50
140	3.50
200	5.00
250	6.25
280	7.00
300	8.40

Valores de resistencia térmica del material. Fuente: Ty-Mawr

**PRINCIPALES
CARACTERÍSTICAS
DEL SISTEMA
COMPLETO**

En el caso de no tener láminas intermedias, los valores de transmitancia térmica del sistema completo son los siguientes:



1. Lining board and plaster
2. Vapour control and airtightness layer
3. Timber studs
4. Thermafleece
5. Breather membrane
6. Solid wall

Typical U-Value - W/m ² K			
Insulation	Thermafleece between studs (47mm)		
	100mm	140mm	170mm
Thermafleece UltraWool	0.35	0.27	0.23
Thermafleece CosyWool Slab	0.37	0.29	0.24
Thermafleece CosyWool Roll	0.37	0.28	0.24

Esquema de sistema de aislamiento y valores de transmitancia térmica. Fuente: Ty-Mawr

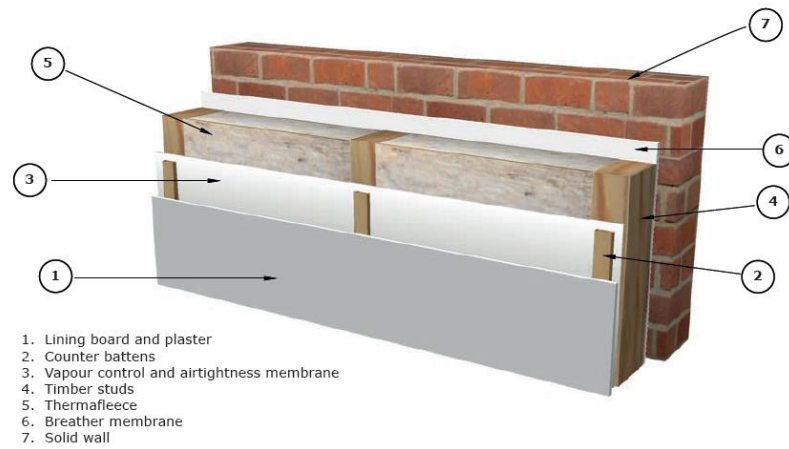
En el caso de que exista una membrana intermedia para controlar los cambios de vapor, los valores de transmitancia térmica del sistema completo son los siguientes:



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



Typical U-Value - W/m ² K			
Insulation	Thermafleece between studs (47mm)		
	100mm	140mm	170mm
Thermafleece UltraWool	0.35	0.27	0.23
Thermafleece CosyWool Slab	0.37	0.29	0.24
Thermafleece CosyWool Roll	0.37	0.28	0.24

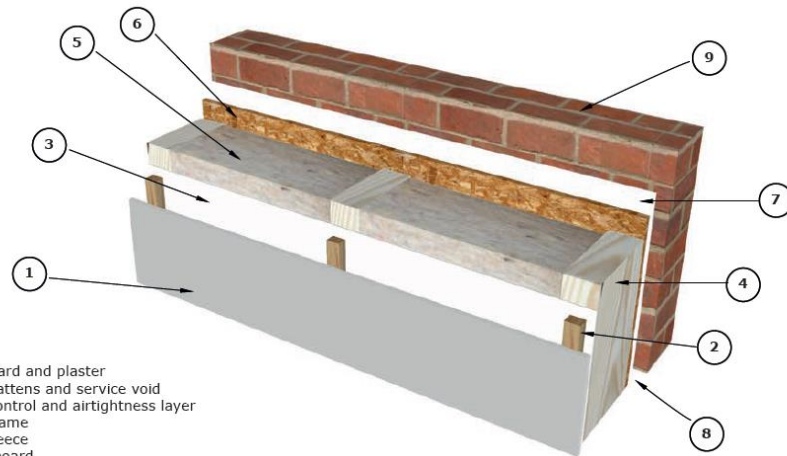
Esquema de sistema de aislamiento con membrana de vapor y valores de transmitancia térmica. Fuente: Ty-Mawr

En el caso de que existan dos membranas intermedias para controlar los cambios de vapor y una de madera, los valores de transmitancia térmica del sistema completo son los siguientes:

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



1. Lining board and plaster
2. Timber battens and service void
3. Vapour control and airtightness layer
4. Timber frame
5. Thermafleece
6. Racking board
7. Breather membrane
8. 50mm Cavity
9. Outer cladding

Typical U-Value - W/m ² K			
Insulation Depth	Thermafleece between studs (47mm)		
	140mm	170mm	200mm
Thermafleece UltraWool	0.26	0.23	0.21
Thermafleece CosyWool Slab	0.27	0.24	0.21
Thermafleece CosyWool Roll	0.28	0.24	0.22

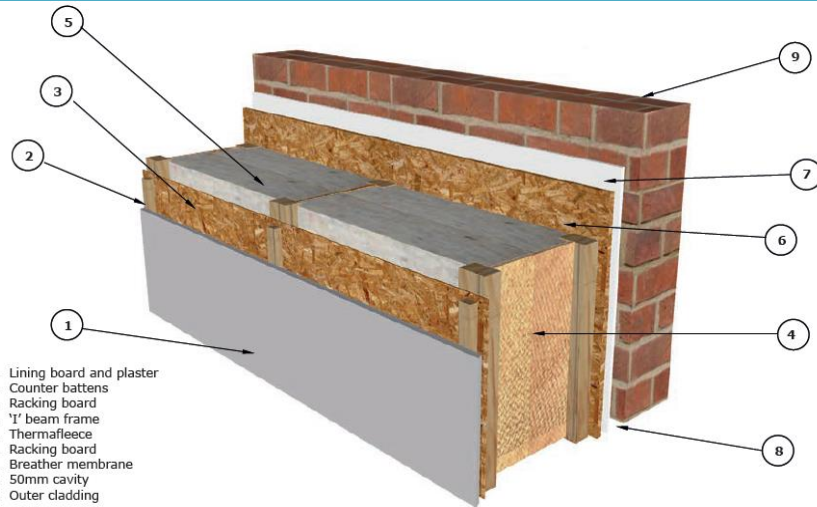
Esquema de sistema de aislamiento con dos membranas de vapor y una de madera y valores de transmitancia térmica. Fuente: Ty-Mawr

En el caso de que exista una membrana intermedia para controlar los cambios de vapor y dos de madera, los valores de transmitancia térmica del sistema completo son los siguientes:

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



1. Lining board and plaster
2. Counter battens
3. Racking board
4. 'I' beam frame
5. Thermafleece
6. Racking board
7. Breather membrane
8. 50mm cavity
9. Outer cladding

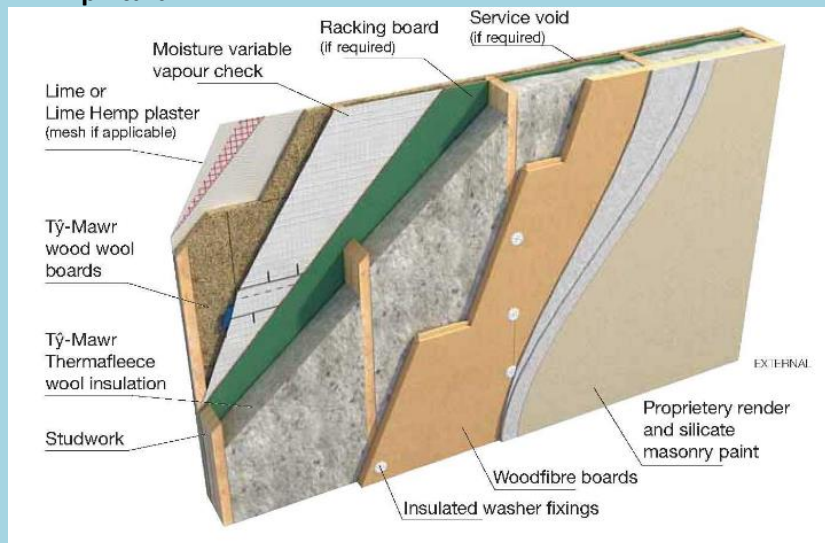
Typical U-Value - W/m ² K				
Insulation Depth	Thermafleece between I-beam studs (47mm flange)			
	220mm	240mm	300mm	360mm
Thermafleece UltraWool	0.16	0.15	0.12	0.11
Thermafleece CosyWool Slab	0.17	0.16	0.13	0.11
Thermafleece CosyWool Roll	0.17	0.16	0.13	0.12

Esquema de sistema de aislamiento con una membrana de vapor y dos de madera y valores de transmitancia térmica. Fuente: Ty-Mawr

ACABADO

Hay 2 acabados principalmente.

- **En pintura.**



Acabado en pintura. Fuente: Ty-Mawr

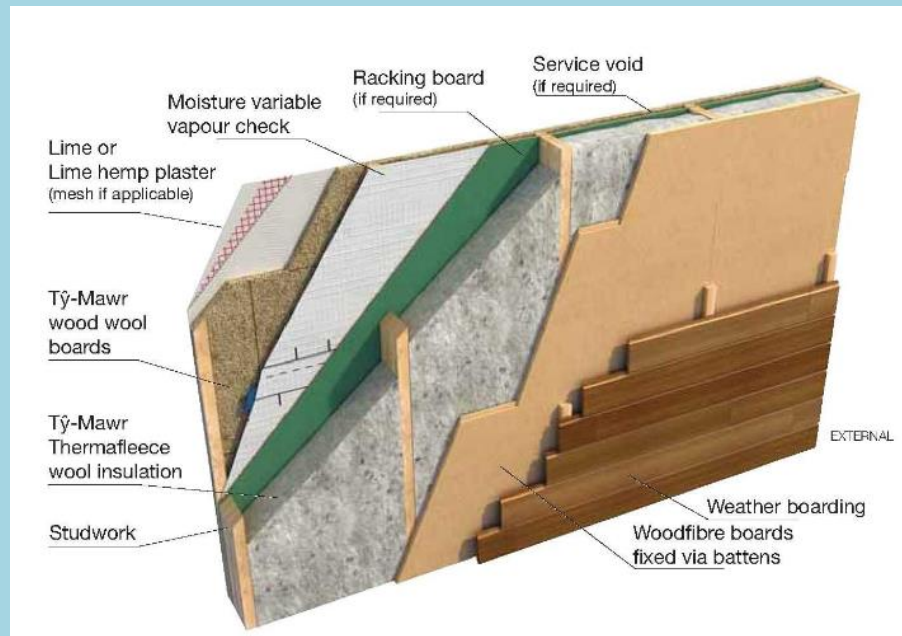


ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

- **En madera.**



Acabado en madera. Fuente: Ty-Mawr

VENTAJAS

El material aislante (lana de oveja tratada y con aglutinante de poliéster) del sistema presenta las siguientes ventajas:

- Es sostenible y de muy bajo impacto ambiental, pues la lana de oveja es un producto renovable, reciclable, reutilizable y no necesita de procesos contaminantes para su extracción. Además, el pequeño porcentaje de polímeros utilizados procede casi en su totalidad de productos reciclados.
- En relación con su sostenibilidad, puede conseguirse de forma local. Esta situación implica que no se emita muy poco CO₂ en el transporte, lo que reduce aún más su impacto sobre el medio ambiente.
- Al ser un producto local, puede generar trabajo a las PYMES valencianas y favorecer así la economía local.
- En la actualidad, la lana es un producto que apenas tiene mercado en España y se le considera más como un residuo que debe eliminarse, que como un producto con utilidad. Por ese motivo, su precio es muy bajo y se consigue un aislante muy competitivo en el mercado en el sentido económico.
- Es uno de los mejores productos naturales respecto al aislamiento térmico, y ofrece unas prestaciones comparables a productos perjudiciales para el medio ambiente (como aislantes minerales: lana de roca o de escoria).
- Es fácil de trabajar, de transformar y de cortar. Por tanto, las PYMES valencianas puedan gestionar este producto sin dificultad.
- Se aplica un tratamiento de bórax para combatir las polillas y asegurar su limpieza. Debido a las características de este tratamiento, el producto final es resistente a insectos y al fuego.



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera


	<p>El sistema de aislamiento en conjunto presenta las siguientes ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Resulta fácil de instalar en obra sin causar ningún perjuicio a la salud de la persona que lo esté colocando.• Ofrece un aislamiento acústico muy bueno respecto a otras soluciones, que en ocasiones se centran solo en el aislamiento térmico.• Constituye una solución constructiva adecuada con el medio ambiente y ofrece unos valores térmicos muy buenos.
INCONVENIENTES Y LIMITACIONES	<ul style="list-style-type: none">• El pequeño porcentaje de polímeros que se usa para el material aislante del sistema hace que no sea un sistema totalmente natural.• Algunas fuentes afirman que el bórax puede alterar el sistema endocrino de las personas. Sin embargo, se utiliza en muchos productos de uso diario y no está demostrada científicamente su toxicidad.• Este sistema de aislamiento necesita espesores que pueden disminuir en algunos casos la superficie habitable de la vivienda o del inmueble.• No se recomienda su uso por el exterior, a fin de evitar que el material aislante capte humedad y la transmita al interior.• Un posible inconveniente es que no se puede desmontar para colocarlo al completo en otra estructura para sí por partes.
POSIBLES USOS EN CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN	<ul style="list-style-type: none">• Usos de aislamientos por el interior:<ul style="list-style-type: none">- Cubiertas- Suelos- Muros interiores- Divisorias entre habitaciones
BIBLIOGRAFÍA	<ul style="list-style-type: none">• Zach, J.; Korjenic, A; Petránek, V.; Hroudová, J.; and Bednar, T. <i>Performance evaluation and research of alternative thermal insulations based on sheep wool</i>. Energy and Buildings, 49:246-253, 2012• Corscadden, K.W; Biggs, J.N.; and Stiles, D.K. <i>Sheep's wool insulation: A sustainable alternative use for a renewable resource?</i> Resources, Conservation and Recycling, 86:9-15, 2014• Zanovello, Lucas y Betina Cardoso, M. <i>Utilización de lana de oveja de bajo valor como aislante térmico en la Patagonia, Argentina</i>. Energías Renovables y Medio Ambiente, 44:49-57, 2019



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

NOMBRE	SISTEMA DE AISLAMIENTO BASADO EN CORCHO EXPANDIDO
DESCRIPCIÓN GENERAL	<p>El sistema de aislamiento basado en corcho expandido emplea ese tipo de corcho como material aislante en un sistema SATE (Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior). En este sistema, el corcho expandido se encuentra encajonado por otros elementos que lo cubren y lo protegen para ofrecer mejores prestaciones finales.</p> <p>La principal innovación del sistema consiste en el uso de corcho, que es un material sostenible, reciclable y de baja energía embebida, que además tiene muy buenas prestaciones de aislamiento térmico y acústico.</p>  <p>Sistema de aislamiento por el exterior (en concreto, SATE) que tiene corcho expandido como elemento principal. Fuente: Barnacork</p> <p>Los elementos que componen el sistema se describen con números:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Pared donde colocar el sistema aislante.2. Mortero de pegado.3. Panel de corcho expandido.4. Fijación mecánica.5. Mortero de regularización.6. Malla de refuerzo.7. Mortero de acabado.8. Pintura de silicatos.

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

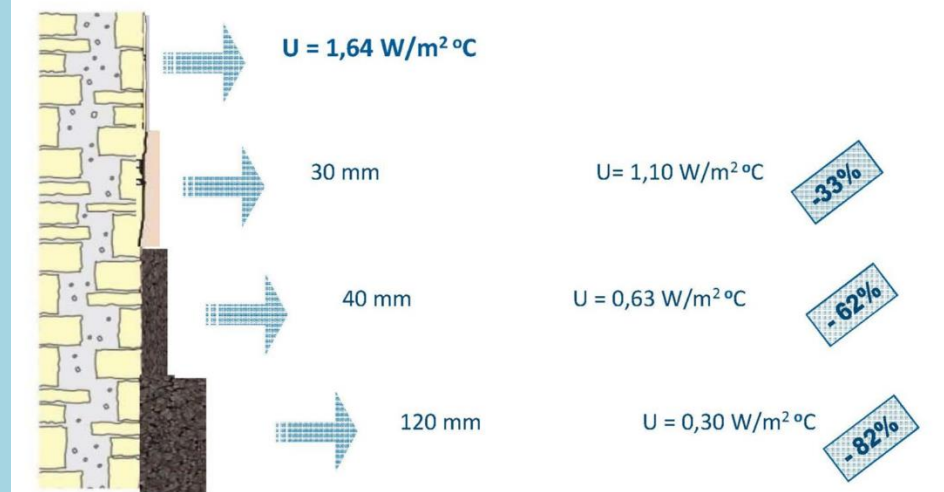
CLASIFICACIÓN

Aunque con este material (corcho expandido) pueden hacerse diferentes tipos de sistemas de aislamientos, este sistema en concreto solo se utiliza para exterior.



Ejemplo de aislamiento exterior con este tipo de sistema. Fuente: Barnacor

IMÁGENES DEL SISTEMA



Reducción de la transmitancia térmica dependiendo del espesor con este sistema de aislamiento. Fuente: Barnacor

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME

INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



Proceso de montaje del sistema de aislamiento. Fuente: Barnacork



Resultado final con el sistema de aislamiento. Fuente: Barnacork



GENERALITAT
VALENCIANA

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL



Cofinanciado por
la Unión Europea

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME

INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



Proceso de montaje del sistema de aislamiento. Fuente: Barnacork



Resultado final del caso anterior. Fuente: Barnacork



GENERALITAT
VALENCIANA

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL



Cofinanciado por
la Unión Europea

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

El montaje se compone de una serie de pasos que se representan gráficamente a continuación.

PASO 1. Fijación del perfil inicial e impermeabilización de la pared.



Paso 1. Fuente: Barnacork

PASO 2. Colocar mortero en la parte posterior de los paneles.



Paso 2. Fuente: Barnacork

PASO 3. Colocación del panel sobre la pared



Paso 3. Fuente: Barnacork

PASO 4. Pegado del panel ejerciendo presión



Paso 4. Fuente: Barnacork

MONTAJE



GENERALITAT
VALENCIANA

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL



Cofinanciado por
la Unión Europea

PASO 5. Colocación de las placas a contrajunta.



Paso 5. Fuente: Barnacork

PASO 6. Realización de agujeros para colocar la fijación mecánica.



Paso 6. Fuente: Barnacork

PASO 7. Colocación de las fijaciones mecánicas



Paso 7. Fuente: Barnacork

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

PASO 8. Aplicación de nuevo de una capa de mortero



Paso 8. Fuente: Barnacork

PASO 9. Colocación de una malla de fibra de vidrio de refuerzo



Paso 9. Fuente: Barnacork

PASO 10. Aplicación de otra capa de mortero



Paso 10. Fuente: Barnacork



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

PASO 11. Aplicación de pintura de silicatos



Paso 11. Fuente: Barnacork

PASO 12. Acabado final



Paso 12. Fuente: Barnacork

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



Aislante principal del sistema (corcho expandido). Fuente: Barnacork

El aislante principal es el corcho y su caracterización técnica se expone en la siguiente tabla.

AISLANTE USADO

Características esenciales	Propiedad	Especificación técnica armonizada EN 13170:20
Reacción al fuego, características de la Euroclase	Reacción al fuego	Euroclase E'
Resistencia térmica	Resistencia térmica	Ver tabla A
	Conductividad térmica	0,040 W / m.K
	Espesor, d _L	T1 - T2 (d > 50 mm)
Permeabilidad al agua	Absorción de agua	WS
Vapor de agua	Transmisión de vapor de agua	MU20
Fuerza compresión	Fuerza compresión al 10% de deformación	CS(10)100
Durabilidad de la reacción al fuego contra el calor, la intemperie, el envejecimiento / degradación	Características de durabilidad	Satisfactorio
Durabilidad de la resistencia térmica contra el calor, la intemperie, el envejecimiento / la degradación	Resistencia térmica y conductividad térmica	Satisfactorio
	Características de durabilidad	Satisfactorio
Resistencia a la tracción / flexión	Resistencia a la tracción perpendicular a las caras	TR50
Durabilidad de la resistencia a la compresión contra el envejecimiento / degradación	Fluencia compresiva	CC(0,8 / 0,4 / 10)5

Caracterización técnica del corcho. Fuente: Barnacork

Tabla A		Resistencia Térmica (R) de acuerdo con EN 13170:2012 + A1:2015															
Espesor, d _L [mm]		20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
Resistencia térmica [m ² .K/W]		0,50	0,60	0,75	0,85	1,00	1,10	1,25	1,35	1,50	1,60	1,75	1,85	2,00	2,10	2,25	2,35
Espesor, d ^L [mm]		100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250
Resistencia térmica [m ² .K/W]		2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25

Resistencia térmica en función del espesor del corcho. Fuente: Barnacork



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

<p>PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA COMPLETO</p>	 <p>Esquema del sistema de aislamiento completo. Fuente: Barnacork</p> <p>Las principales características del sistema al completo teniendo en cuenta el acabado son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none">- Absorción de agua pasada 1 h: 0,05 kg/m².- Absorción de agua pasadas 24 h: 0,44 kg/m².- Reacción al fuego: B-s1-d0.- Comportamiento higrotérmico: satisfactorio.- Adherencia de la capa de regularización al aislamiento térmico: 0,14 MPa/C.- Adherencia de la capa de pegado al aislamiento térmico: 0,08 MPa/C.- Adherencia de la capa de pegado al soporte: 0,38 MPa/B.- Resistencia a hongos: satisfactoria.- Durabilidad y adecuación al uso: satisfactorias.- Resistencia térmica del sistema:<ul style="list-style-type: none">▪ Mínima (espesor de aislamiento de 30 mm): R_{min}: 1,02 m²·KW▪ Máxima (espesor de aislamiento de 300 mm): R_{max}: 7,52 m²·KW.- Aislamiento acústico a ruidos aéreos: 50 dB.
<p>ACABADO</p>	<p>Aunque podrían colocarse varios acabados diferentes (que cambiarían las características descritas anteriormente), normalmente se utiliza un acabado formado por silicatos preparado para el exterior que presenta las siguientes cualidades:</p> <ul style="list-style-type: none">• Permeabilidad al vapor de agua.• Resistencia a los agentes atmosféricos y a los rayos ultravioletas.• Detalles de color para rehabilitación antigua.
<p>VENTAJAS</p>	<p>El material aislante (corcho expandido) del sistema presenta las siguientes ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Es totalmente sostenible, además de reciclable y reutilizable. Muy



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

	<p>pocos materiales aislantes cumplen estas características y apenas se emite CO₂ en su producción y transformación.</p> <ul style="list-style-type: none">• Resulta un producto local, pues se recoge en zonas de la Comunitat Valenciana (en Cataluña también). Este hecho implica que las emisiones de CO₂ que conlleva el transporte se minimizan en gran medida, lo que significa que el beneficio ambiental es mayor.• Es un producto fácilmente trabajable por las PYMES valencianas ya que se puede cortar y colocar sin dificultad debido a sus características y bajo peso. Además, es fácil de montar, como se ha expuesto antes en el apartado de montaje.• Normalmente, los materiales naturales no perjudiciales para el medio ambiente no pueden utilizarse para un aislamiento exterior por la facilidad de degradación que presentan. Sin embargo, este sistema de aislamiento en su conjunto permite que con los morteros y protectores pueda utilizarse el corcho en el exterior.• A pesar de su origen natural, tiene un coeficiente de conductividad térmica comparable al de cualquier material aislante sintético (espumas y plásticos, por ejemplo). <p>El sistema de aislamiento en conjunto presenta las siguientes ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Ofrece unas características difíciles de mejorar, ya que el alma del aislamiento es totalmente sostenible; pero además puede soportar las condiciones de un aislamiento exterior mediante mallas de refuerzo y la pintura de silicato.• Debido a la pintura de silicatos, el sistema es resistente ante fenómenos atmosféricos, insectos, humedad, etc.• Tiene un aislamiento acústico elevado, además de térmico, ya que el corcho expandido es un buen absorbente del sonido y tienen efecto antireverberante.
INCONVENIENTES Y LIMITACIONES	<ul style="list-style-type: none">• La utilización de morteros y silicatos en el sistema hace que no sea totalmente sostenible.• Los anclajes y perfiles pueden crear puentes térmicos que habría que solucionar para mejorar la eficacia térmica.• Si este sistema de aislamiento aumenta en gran medida su mercado y se agota el aislante (corcho expandido de origen local), dejaría de ser un producto local y el transporte desde otras regiones o países aumentaría las emisiones de CO₂.• El conjunto del sistema de aislamiento resulta a menudo más caro que uno basado en materiales convencionales (lana de vidrio, lana de roca).• Al estar compuesto de mortero, no puede desmontarse para ser colocado después en otra edificación.



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

POSIBLES USOS EN CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN	<p>Los usos más generalizados son para SATE (Sistema de Aislamiento Térmico para el Exterior).</p> <p>Este sistema, aplicando I+D+i en cuanto a materiales y uniones, podría usarse en el futuro para aislamiento por el interior (muros interiores, divisiones, suelos, etc.).</p>
BIBLIOGRAFÍA	<ul style="list-style-type: none">• Barreca, F. and Fichera, C.R. <i>Thermal insulation performance assessment of agglomerated cork boards</i>. Wood and Fiber Science, 48(2): 1-8, 2015• Silvestre, J.; Pargana, N.; Brito, J.; Pinheiro, M.; and Durao, V. <i>Insulation Cork Boards—Environmental Life Cycle Assessment of an Organic Construction Material</i>. Materials, 9(5): 394, 2016• Sierra-Pérez, J.; Boschmonart-Rives, J.; Dias, A.; and Gabarrell-Durany, X. <i>Environmental implications of the use of agglomerated cork as thermal insulation in buildings</i>. Journal of Cleaner Production, 126:97-107, 2016



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

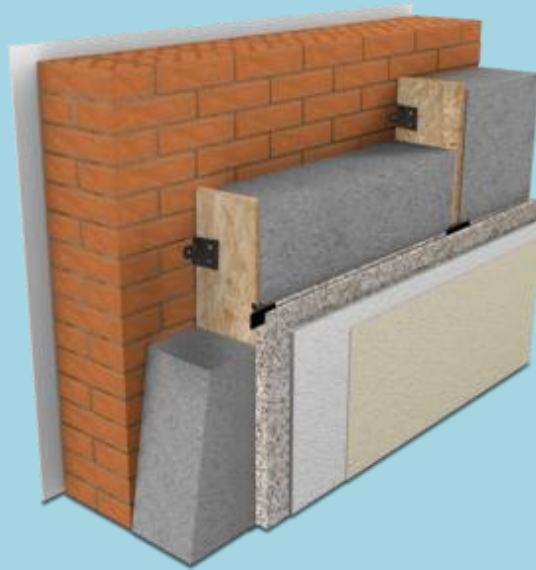
“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

NOMBRE	SISTEMA DE AISLAMIENTO BASADO EN CELULOSA
DESCRIPCIÓN	<p>El sistema de aislamiento mediante celulosa como aislante principal ofrece muy buenas prestaciones térmicas y acústicas. Está compuesto por diferentes capas, y el aislante principal es la celulosa.</p>  <p>Sistema de aislamiento mediante celulosa. Fuente: Isocell</p> <p>El aislamiento de celulosa procede de papel de periódico reciclado, molido y tratado con sales de bórax. Estas sales le proporcionan propiedades ignífugas, insecticidas y antifúngicas. Mediante este método se obtienen unas fibras que una vez aplicadas, forman mantos compactos y sin fisuras, que además de aislar impiden la circulación de aire.</p> <p>Su Interés como sistema innovador radica varios aspectos:</p> <ol style="list-style-type: none">1) El uso de un material aislante derivado de residuos de papel (economía circular).2) Tiene bajo coste y necesita poca energía para su transformación.3) Presenta una buena resistencia frente al fuego.
CLASIFICACIÓN	Es un sistema de aislamiento tanto por el exterior como por el interior, aunque su uso más generalizado es por el exterior.

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



Detalle de la instalación del sistema de aislamiento por el exterior. Fuente: Isocell

IMÁGENES DEL SISTEMA



Montaje de los montantes con el hueco para su relleno. Fuente: Isocell



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME

INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



Montaje de los montantes con el hueco para su relleno. Fuente: Isocell



Relleno con la celulosa. Fuente: Isocell



GENERALITAT
VALENCIANA

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL

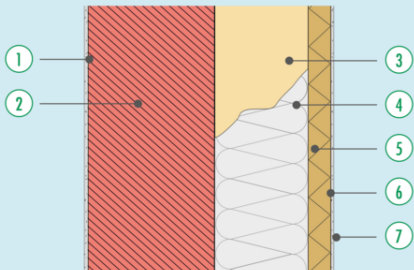


Cofinanciado por
la Unión Europea

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

<p style="text-align: center;">MONTAJE</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Procedimiento de instalación Dependiendo del grosor del aislamiento, se fijan a la pared maciza listones de madera, vigas TJI o elementos de madera de algún tipo. La distancia entre centros depende de los requisitos del material base empleado.2. Juntas de puertas y ventanas Las juntas de puertas y ventanas deben estar completamente cerradas. Los huecos de menos de 10 cm se rellenan a mano.3. Preparación de la inyección Se perforan agujeros para introducir la manguera de inyección poco antes de la instalación del aislamiento con celulosa.4. Inyección Se introduce la manguera de inyección por el agujero y se va llenando con el aislante.5. Panel de madera Por la parte exterior de la celulosa hay un panel aislante de madera que permite contener la celulosa y, además, hace función aislante.6. Yeso Se aplica una capa de yeso que cubra el panel de madera.7. Pintura de silicatos Se cubre con una pintura de silicatos para soportar las inclemencias atmosféricas.	 <p>Detalle de la instalación del sistema de aislamiento por el exterior. Fuente: Isocell</p>
---	--	--

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

<p>AISLANTE O AISLANTES USADOS</p>	 <p>Aislane principal del sistema. Fuente: Isocell</p>  <p>Aislane principal del sistema. Fuente: Isocell</p>
---	---

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

SÍMBOLO	PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR	NORMA
λ	Conductividad térmica (Lambda)	W/(m*K)	0,039	EN10456
	Reacción al fuego	Euroclase	100mm/B-s2,d0 40mm/ E	EN13501-1
Wp	Absorción de agua a corto plazo	Kg/m ²	Con 30Kg/m ² : 15,20 Con 65Kg/m ² : 38,95	EN1609
μ	Resistencia a la difusión de vapor de agua (MU)	m ² .h.Pa/mg	1	EN12086
ρ	Densidad nominal	Kg/m ³	38-65	ISO/CD 18393
R	Resistencia térmica	m ² *K/W	Espesor de 40 mm: 1,03 Espesor de 70 mm: 1,79 Espesor de 100 mm: 2,56 Espesor de 150 mm: 3,85 Espesor de 200 mm: 5,13 Espesor de 250 mm: 6,41	
	Capacidad térmica específica	KJ/Kg*K	2,11	
	Compactación por gravedad		Con 28Kg/m ³ : máx. 8% Con 38Kg/m ³ : 0%	

Características del aislante principal. Fuente: Isocell



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA COMPLETO

Building material	Layer thickness (mm)	λ (W/m K)	Fire class (EN)
Lime gypsum plaster	10	0,8	A1
Vertically perforated brick	250	0,25	A1
ISOCELL cellulose insulation		0,038 0,039 (D)	B-s2,d0
Structural construction	120	0,13	D
Wood fibre insulating panel	60	0,055	E
Plaster base	7	0,8	A1
Reinforced silicate plaster	3	0,8	A1

Thickness of insulating material (mm)	Insulation material density (kg/m ³)	*GWP (kg CO ₂ äqv./m ²) for overall structure	PHI (Phase shift in hours)	**U-Value (W / m ² K)
120	50	27,08	18,5	0,203
140	50	24,98	19,2	0,187
160	50	22,87	19,9	0,173
180	52	20,51	20,8	0,161
200	52	18,37	21,6	0,151
220	52	16,24	22,4	0,142
260	54	11,59	24,1	0,126
320	58	4,18	26,5	0,109

Características del sistema de aislamiento completo. Fuente: Isocell



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

Dependiendo del método de aplicación. los acabados del aislamiento de celulosa pueden ser de diferentes tipos, dependiendo de la pintura o la lámina que se coloque en el exterior.



Acabado exterior del sistema de aislamiento. Fuente: Isocell

ACABADO



Otro posible acabado exterior (madera) del sistema de aislamiento. Fuente: Isocell



GENERALITAT
VALENCIANA

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL



Cofinanciado por
la Unión Europea

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

VENTAJAS	<p>El material aislante (celulosa) del sistema presenta las siguientes ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Al ser un producto inyectado permite su uso en multitud de diseños de fachada: aunque tenga otras disposiciones, puede colocarse igualmente.• Permite ser aplicado en diversos espesores porque puede insuflarse.• Posee una alta resistencia al fuego por el tratamiento con sales de bórax.• Es un excelente aislante térmico y acústico.• Es un material sostenible con el medio ambiente ya que es un material, que además de ser reciclado (viene del papel), es renovable y reutilizable.• Por ser sostenible es un material aislante cuyas emisiones de CO₂ son muy reducidas. <p>El sistema de aislamiento en conjunto presenta las siguientes ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Cumple tanto las características para ser sostenible para el medio ambiente en general como las de un sistema aislante de elevadas prestaciones.• Permite un ahorro de energía de hasta el 40% respecto a no tener un aislante del tipo utilizado (celulosa).• Puede emplearse tanto en obra nueva como en rehabilitación.
INCONVENIENTES Y LIMITACIONES	<ul style="list-style-type: none">• No todos los materiales utilizados son sostenibles con el medio ambiente, lo que hace que no sea un sistema totalmente sostenible.• Algunas fuentes afirman que el bórax puede alterar el sistema endocrino de las personas. Sin embargo, se utiliza en muchos productos de uso diario y no está demostrada científicamente su toxicidad.• La celulosa seca se asienta y compacta con el tiempo, lo que reduce sus propiedades aislantes.• El material aislante (celulosa) absorbe la humedad fácilmente, por lo que si no está bien aislado puede captar humedad, lo que disminuye sus propiedades aislantes y favorece las degradaciones por agentes bióticos. Además, la celulosa húmeda aumenta considerablemente de peso, situación que podría causar un problema de cargas estructurales en la estructura o edificio.• Es necesario instalar en el sistema una barrera de vapor para evitar la absorción de humedad.• Faltan estudios sobre la durabilidad y comportamiento de este sistema a largo plazo.• No puede desmontarse porque la celulosa se introduce insuflada, y si se desmonta se sale del sistema.
POSIBLES USOS EN CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN	<p>Los usos principales para este tipo de sistema de aislamiento son:</p> <ul style="list-style-type: none">• Cubiertas (exteriores e interiores).• Suelos.• Fachadas.



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

BIBLIOGRAFÍA

- Hurtado, P.; Rouilly, A.; Vandebossche, V.; and Delgado-Raynaud, C. *A review on the properties of cellulose fibre insulation*. Building and Environment, 96:170-177, 2016
- Dai, J. and Wang, Z.D. *A Comparison of the Impregnation of Cellulose Insulation by Ester and Mineral oil*. IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, 15(2):374-381, 2008
- Garzon-Bernal, L.D y Cuba Córdoba, A. *Paneles tipo sándwich a base de celulosa reciclada para fachadas*. Título de grado. Universidad La Gran Colombia (Bogotá), Facultad de Arquitectura, 2020



GENERALITAT
VALENCIANA

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL

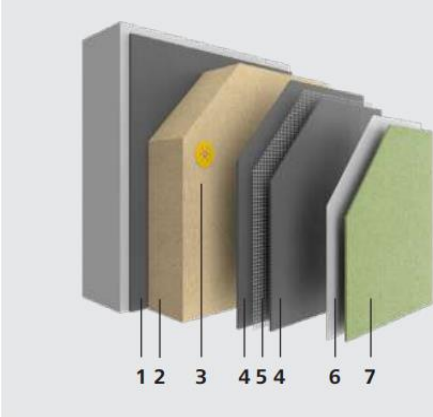
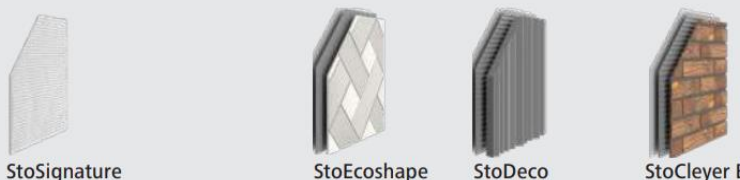


Cofinanciado por
la Unión Europea

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

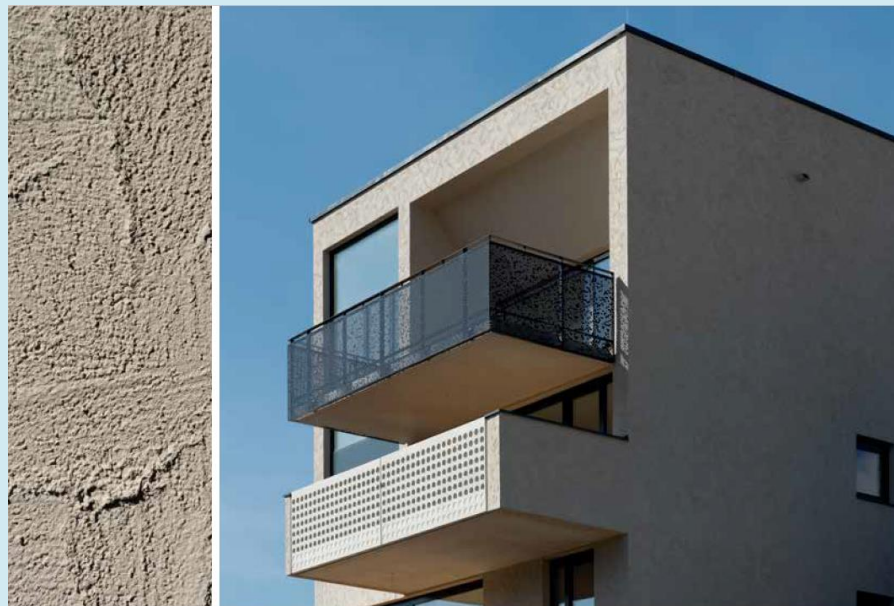
NOMBRE	SISTEMA DE AISLAMIENTO STOTHERM WOOD
DESCRIPCIÓN	StoTherm Wood es un sistema de aislamiento SATE basado en un panel de construcción del mismo nombre fabricado con fibras de madera de coníferas, que es su principal innovación.
COMPONENTES	 <p>Nivel de aislamiento 1 — Fijación con adhesivo 2 — Aislamiento 3 — Fijación</p> <p>Nivel de armadura 4 — Mortero base 5 — Refuerzo/armadura</p> <p>Nivel de acabado 6 — Capa intermedia 7 — Capa de acabado 8 — Aplacado para fachadas*</p> <p>* Alternativa para el nivel de acabado, ver Opciones a nivel de acabado</p> <p>Opciones a nivel de acabado</p>  <p>Capa de acabado (7) · StoSignature (superficies de revoco)</p> <p>Aplacado para fachadas (8) · StoEcoshape (elementos prefabricados de revoco) · StoDeco (elementos decorativos para fachada), aplicación parcial · StoCleyer B (Plaqueta de revoco de ladrillo cara vista)</p> <p>Componentes del sistema de aislamiento por el exterior StoTherm Wood y de sus posibles acabados. Fuente: Sto</p>
CLASIFICACIÓN	Es un sistema de aislamiento por el exterior. En concreto para muros exteriores (sistema SATE).

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

IMÁGENES DEL SISTEMA



Construcciones con el sistema de aislamiento por el exterior StoTherm Wood. Fuente: Sto



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

<p>IMÁGENES DEL AISLAMIENTO</p>	 <p>Panel aislante StoTherm Wood. Fuente: Sto</p>
<p>MONTAJE</p>	<p>Sobre muro macizo, se monta mediante encolado y clavos.</p> <p>Sobre estructura de madera, se monta clavado.</p>
<p>AISLANTE O AISLANTES USADOS</p>	<p>Las principales propiedades del aislante utilizado (paneles de StoTherm Wood) son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none">• Grosor (cm): 10/12/14/16/18/20/22/24• Largo x ancho (cm): 120x40• Densidad (kg/m³): 110• Conductividad térmica λ (W/mK): 0,041• Euroclase (Comportamiento al fuego): B-s1, d0

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIAATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

<p>PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA COMPLETO</p>	<p>- Resistencia mecánica: baja - Espesor (cm): de 10 cm a 24 cm - Resistencia térmica (m²K/W): 0,12</p> <p><u>Parámetros ecológicos del sistema de aislamiento completo, considerando paneles aislantes Sto M05</u></p> <ul style="list-style-type: none">• GWP: -0,804kg CO₂ Äq./kg• AP: 0,00400kg SO₂ Äq./kg• PERE: 2,69 MJ/kg• PERM: 16,4 MJ/kg• PERT: 19,1 MJ/kg• PENRE: 12,8 MJ/kg• PENRM: 1,55 MJ/kg• PENRT: 14,4 MJ/kg <p>Donde: GWP = Global Warming Potential (Potencial de calentamiento global) AP = Acid Production Potential (Potencial de acidificación del suelo y el agua) PERE= Primary energy renewable, energy resources (Energía primaria renovable, como fuente de energía) PERM= Primary energy renewable, material (Energía primaria renovable, como materia prima) PERT= Total use of renewable primary energy resources (Energía primaria renovable total) PENRE= Primary energy non-renewable, energy resources (Energía primaria no renovable, como fuente de energía) PENRM= Primary energy non-renewable, material (Energía primaria no renovable, como materia prima) PENRT= Primary energy renewable, total (Energía primaria no renovable, total)</p> <p>Fuente: Elaboración propia de AIDIMME</p>
<p>ACABADO</p>	<p>Puede acabarse con revoco de silicato o mineral.</p> <p>El fabricante suministra también superficies de revoco, elementos prefabricados de revoco, en diversos colores, así como elementos de decorativos para la fachada.</p>



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none">• El sistema tiene buenas propiedades de protección contra la humedad.• Presenta una elevada resistencia contra microorganismos (algas y hongos), especialmente con un sistema de pintura adicional (imprimación base incluida).• Se adapta bien a construcciones de madera y derivados (madera laminada, contralaminada o CLT, etc.).• Tiene un buen aislamiento acústico.• Posee una buena resistencia al fuego en caso de incendio (B-s1, d0).• Es un sistema ya bien desarrollado y caracterizado.• Emplea una materia prima renovable (fibras de madera de coníferas).
INCONVENIENTES Y LIMITACIONES	<ul style="list-style-type: none">• Hay muy pocas experiencias de uso del sistema en el entorno mediterráneo (casi todas son en Alemania, Austria y países nórdicos).• El montaje no es sencillo, y se precisa mano de obra especializada y con experiencia en este sistema concreto.• Tiene precio elevado en comparación con aislamientos de tipo inorgánico (lana de roca, lana de vidrio) y de espumas petroquímicas.• Faltan estudios sobre su durabilidad a largo plazo, especialmente en la zona mediterránea.
POSIBLES USOS EN CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN	El sistema está destinado a muros exteriores de fachadas.



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

NOMBRE	WEBERTHERM CIRCLE
DESCRIPCIÓN	<p>Es un sistema de aislamiento térmico por el exterior con paneles de lana mineral y acabado orgánico.</p> <p>Su principal innovación radica en que es el primer SATE que puede desmontarse capa a capa y reciclarse al 100% según la naturaleza de cada componente del sistema. En principio, una vez que el edificio concluya su vida útil, el sistema puede desmontarse y cada uno de sus componentes puede reciclarse en procesos de fabricación de otros productos.</p> <p>EL sistema fue premiado como mejor material de construcción 2022 en fachadas y cubiertas en los Premios NAN Arquitectura y Construcción.</p>
COMPONENTES	<ul style="list-style-type: none">• Paneles aislantes de lana de roca.• Una malla que permite separar el mortero del aislamiento.• Un mortero base.• Un mortero de regularización.• Una malla de refuerzo.• Un mortero de acabado.
CLASIFICACIÓN	<p>Es un sistema de aislamiento por el exterior. En concreto para muros exteriores (sistema SATE).</p>



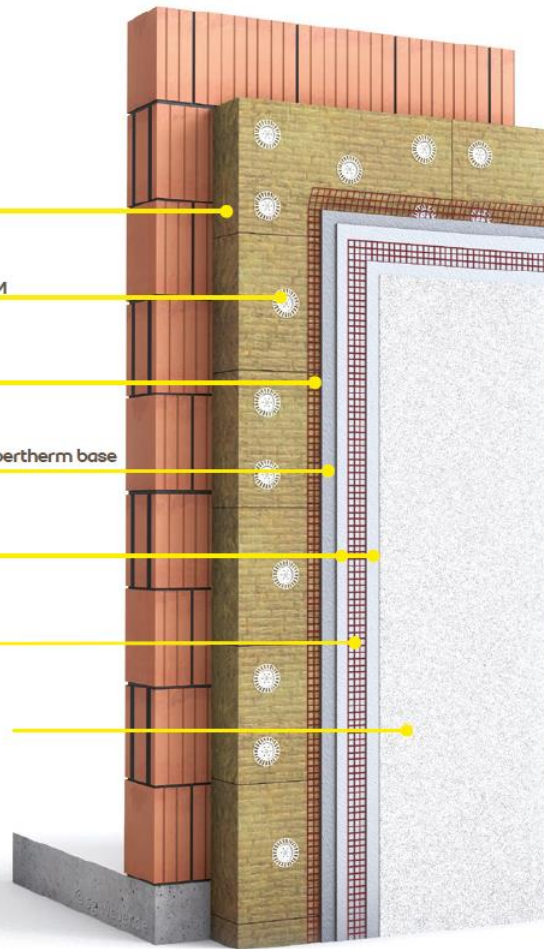
ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

IMÁGENES DEL SISTEMA

- Panel de lana de roca
webertherm TF
- Fijación mecánica
webertherm espiga SRD5 + tapa LM
- Malla de separación
webertherm malla 320
- Mortero base
webertherm armadura base / webertherm base
- Mortero de regularización
webertherm base
- Malla de refuerzo
webertherm malla 320
- Mortero de acabado
webertene



Esquema de las capas del sistema de aislamiento por el exterior Webertherm Circle. Fuente: Saint-Gobain Weber



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

IMÁGENES DEL AISLAMIENTO



Panel aislante de fibra de roca del sistema de aislamiento por el exterior Webertherm Circle.
Fuente: Saint-Gobain Weber

MONTAJE

1. Los paneles aislantes de lana de roca se fijan mecánicamente al soporte con 10 espigas por m² mediante sistema de avellanado. No se adhieren con mortero. El soporte debe tener una adecuada planeidad.
2. Se colocan los paneles de lana mineral Webertherm LM.
3. Directamente sobre los paneles aislantes, se extiende el mortero de regularización Webertherm base o Webertherm base armadura con un espesor de 8 mm y se coloca una malla de refuerzo Webertherm 320.
4. La malla debe quedar cerca del material aislante, pues ésta tiene la función de separar limpiamente el mortero del aislante.
5. Después de la capa de separación se coloca la capa de refuerzo. Ésta se realizará con el mortero Webertherm base con un espesor de 6-8 mm y con la malla Webertherm 320 a la mitad del espesor.
6. La ejecución de las esquinas y puntos singulares se realiza igual que en los sistemas convencionales SATE.
7. Finalmente se realiza el acabado con un mortero de la gama Webertene.

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



Etapas sucesivas de instalación del sistema Webertherm Circle. Fuente: Saint-Gobain Weber

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

<p>AISLANTE O AISLANTE USADOS</p>	<p>Las principales propiedades del aislante utilizado (paneles de lana de roca Webertherm TF) son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none">• Espesor (mm): 100/120/140/160/180/200• Largo x ancho (mm): 800x625• Densidad (kg/m³): 80-150• Conductividad térmica λ (W/mK): 0,035• Resistencia a la difusión al vapor (μ): 1• Tensión de compresión al 10% de compresión (kPa): 30• Resistencia a la tracción perpendicular a las caras (kPa): 10• Resistencia a la cizalladura (kPa): 20• Módulo de corte (kPa): 1.000• Capacidad calorífica específica (KJ/kgK): 1,03• Temperatura máxima de aplicación: 200°C• Euroclase (Comportamiento al fuego): A1
<p>PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA COMPLETO</p>	<p>- Resistencia mecánica: media - Espesor (mm): 100/120/140/160/180/200 - Resistencia térmica (m²K/W): 1,10 (400 mm) – 8,55 (300 mm)</p> <p><u>Parámetros ecológicos del sistema de aislamiento completo</u></p> <ul style="list-style-type: none">• GWP: 1,93 kg CO₂ Äq./kg• AP: 0,0141 kg SO₂ Äq./kg• PERE: 0,783 MJ/kg• PERM: 0,00 MJ/kg• PERT: 0,783 MJ/kg• PENRE: 21,4 MJ/kg• PENRM: 0,00 MJ/kg• PENRT: 21,4 MJ/kg <p>Donde: GWP = Global Warming Potential (Potencial de calentamiento global) AP = Acid Production Potential (Potencial de acidificación del suelo y el agua) PERE= Primary energy renewable, energy resources (Energía primaria renovable, como fuente de energía) PERM= Primary energy renewable, material (Energía primaria renovable, como materia prima) PERT= Total use of renewable primary energy resources (Energía primaria renovable total) PENRE= Primary energy non-renewable, energy resources (Energía primaria no renovable, como fuente de energía) PENRM= Primary energy non-renewable, material (Energía primaria no renovable, como materia prima) PENRT= Primary energy renewable, total (Energía primaria no renovable, total)</p> <p>Fuente: Elaboración propia de AIDIMME</p>



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

ACABADO	<p>Puede acabarse con revoco de silicato o mineral.</p> <p>El fabricante suministra también mortero específico de revoco.</p>
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none">• El sistema tiene buenas propiedades de protección contra la humedad.• No es combustible (A1).• Es permeable.• Es un sistema ya bien desarrollado y caracterizado.• Puede desmontarse capa a capa y sus elementos pueden en principio reciclarse.• Presenta una elevada resistencia contra microorganismos (algas y hongos), especialmente con un sistema de pintura adicional (imprimación base incluida).• Proporciona un buen aislamiento acústico.
INCONVENIENTES Y LIMITACIONES	<ul style="list-style-type: none">• El montaje precisa mano de obra especializada y con experiencia en este sistema concreto.• Tiene precio elevado en comparación con aislamientos de tipo similar.• Su impacto medioambiental es elevado, pues emplea lana de roca (que necesita mucha energía para ser producida) y morteros.• Faltan aún experiencias de reciclado del sistema una vez concluida la vida útil del inmueble. Hasta el momento no hay ningún edificio con el sistema que haya finalizado su vida útil.
POSIBLES USOS EN CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN	<p>El sistema está destinado a muros exteriores de fachadas.</p>



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

NOMBRE	POROTON WDF
DESCRIPCIÓN	<p>Es un sistema de aislamiento térmico con ladrillos aislantes fabricados con arcilla y perlita de roca volcánica. Tiene un carácter dual, pues puede usarse por el exterior como cualquier sistema SATE y también por el interior (para muros interiores del edificio).</p> <p>Sus principales innovaciones radican en que usa principalmente un material sostenible (arcilla) y en que resulta fácil y económico de desmontar y reciclar.</p>
COMPONENTES	<ul style="list-style-type: none">• Relleno de perlita o lana de roca• Ladrillo aislante Poroton WDF• Revoque ligero
CLASIFICACIÓN	<p>Es un sistema dual, que puede usarse para el aislamiento por el exterior (en concreto para muros exteriores: sistema SATE) o por el interior (muros interiores).</p>



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

IMÁGENES DEL SISTEMA



Imágenes del sistema de aislamiento Poroton WDF aplicado por el exterior (arriba) y por el interior (debajo). Fuente: Wienerberger



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



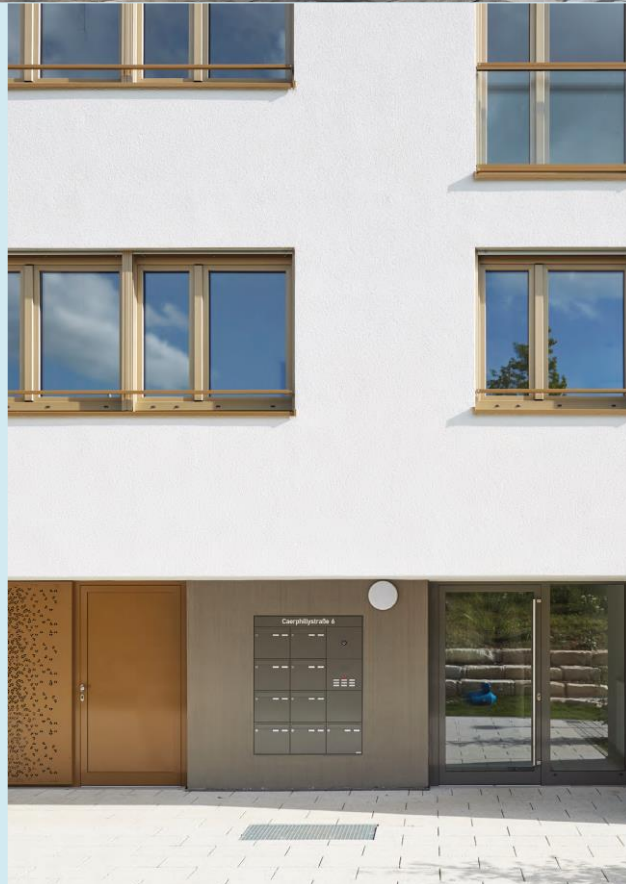
Imágenes del sistema de aislamiento Poroton WDF aplicado por el interior en un edificio residencial/comercial de Schwerin (Alemania). Fuente: Wienerberger



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



Simulación por ordenador del montaje por el exterior del sistema aislante Poroton WDF (arriba) y del resultado final (debajo). Fuente: Wienerberger



ENTREGABLE

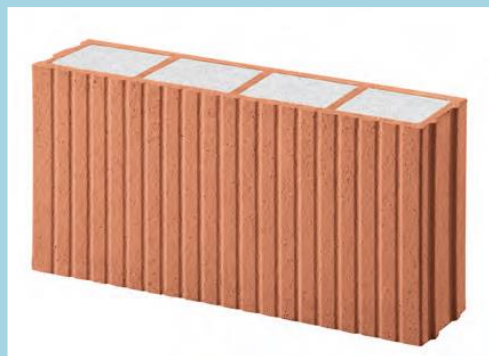
Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME

INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

IMÁGENES DEL AISLAMIENTO



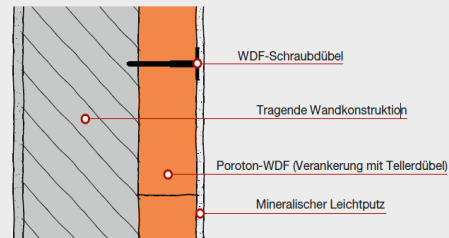
Imágenes del ladrillo aislante del sistema Poroton WDF. Fuente: Wienerberger

MONTAJE: CASO 1

Caso 1: el muro de carga exterior no presenta desniveles.

Poroton WDF puede colocarse sin separaciones justo delante del muro de carga. Para la estabilización el revestimiento termoaislante se ancla hacia atrás con anclajes de placa.

Knirsch vor der tragenden Außenwand



Fuente: Wienerberger



GENERALITAT
VALENCIANA

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL

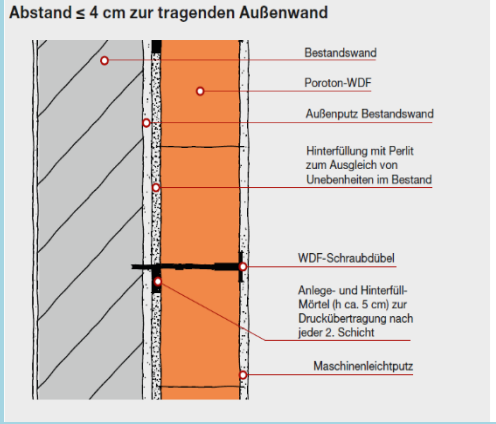
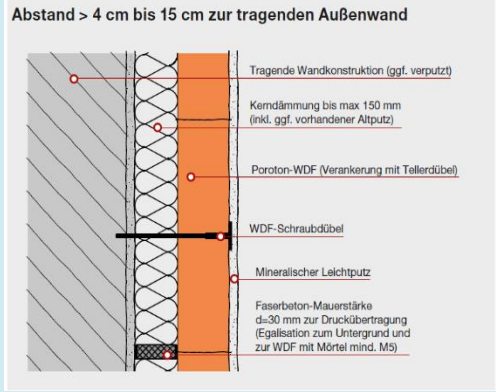


Cofinanciado por
la Unión Europea

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

<p>MONTAJE: CASO 2</p>	<p>Caso 2: el muro de carga exterior presenta desniveles no muy importantes.</p> <p>Poroton WDF debe colocarse con una separación máxima de 4 cm de distancia (incluido el enlucido existente).</p> <p>Para la transmisión de las fuerzas de presión del viento entre el revestimiento y el muro de carga a una distancia máxima de 50 cm, se colocan puntos de mortero. El espacio intermedio restante puede rellenarse con una capa de aire o con aislamiento térmico o relleno de perlita.</p> <p>A continuación, se ata y enlucel el revestimiento.</p>	<p>Abstand \leq 4 cm zur tragenden Außenwand</p>  <p>Bestandswand Poroton-WDF Außenputz Bestandswand Hinterfüllung mit Perlit zum Ausgleich von Unebenheiten im Bestand WDF-Schraubdübel Anlege- und Hinterfüllmörtel (h ca. 5 cm) zur Druckübertragung nach jeder 2. Schicht Maschinenleichtputz</p> <p>Fuente: Wienerberger</p>
<p>MONTAJE: CASO 3</p>	<p>Caso 3: el muro de carga exterior presenta desniveles muy relevantes.</p> <p>Poroton WDF puede colocarse a una distancia de hasta 15 cm por delante del muro exterior de carga (incluido cualquier enlucido existente).</p> <p>El hueco se rellena con una capa de aislamiento térmico.</p> <p>Para garantizar la transmisión de la presión, se colocan paquetes de fibrocemento con una distancia máxima de 50 cm entre el muro exterior y el ladrillo aislante.</p> <p>A continuación, se ata y enlucel el revestimiento.</p>	<p>Abstand > 4 cm bis 15 cm zur tragenden Außenwand</p>  <p>Tragende Wandkonstruktion (ggf. verputzt) Kerndämmung bis max 150 mm (inkl. ggf. vorhandener Altputz) Poroton-WDF (Verankerung mit Tellerdübel) WDF-Schraubdübel Mineralischer Leichtputz Faserbeton-Mauerstärke $d=30$ mm zur Druckübertragung (Egalisation zum Untergrund und zur WDF mit Mörtel mind. M5)</p> <p>Fuente: Wienerberger</p>

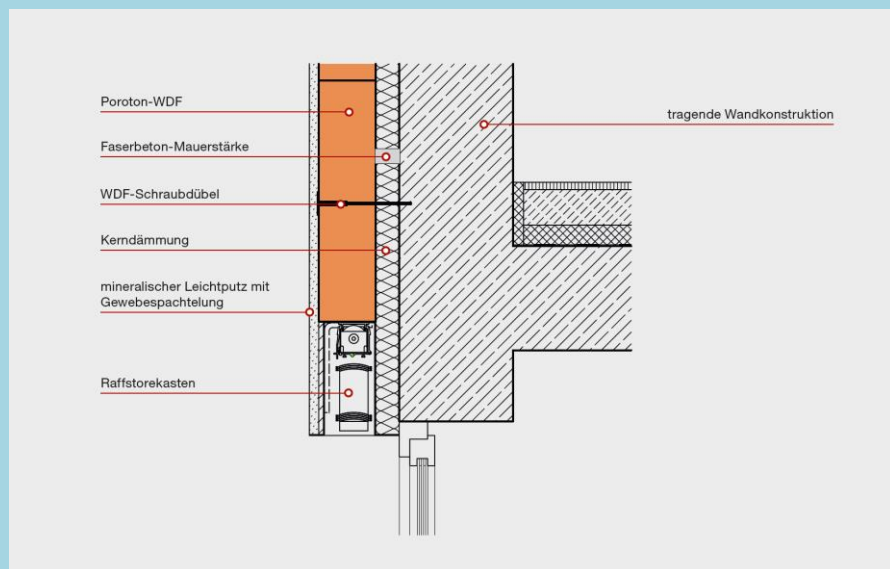
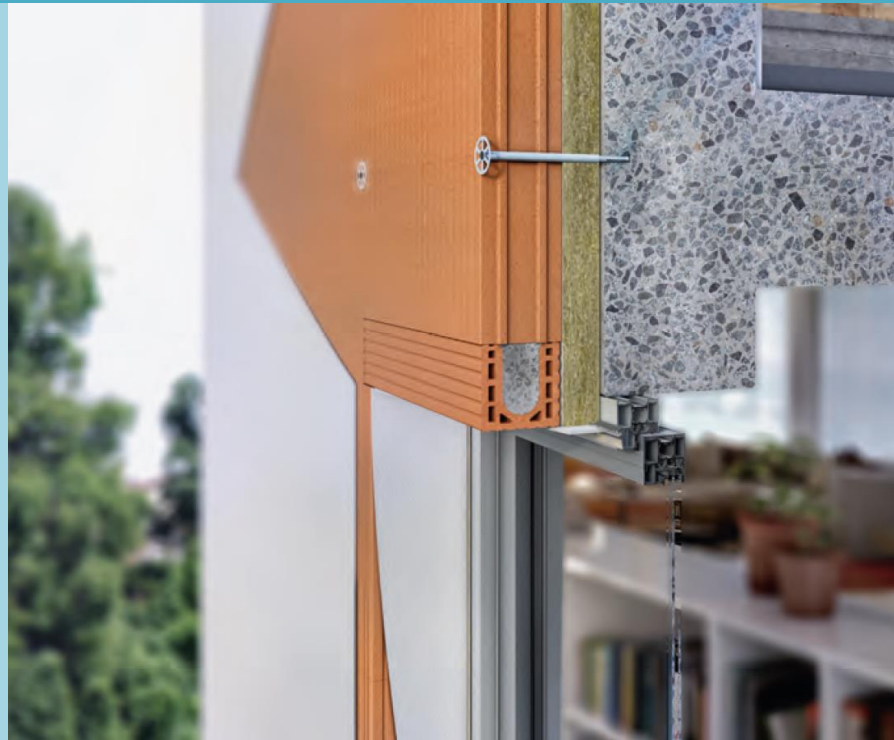
ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME

INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



GENERALITAT
VALENCIANA

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL

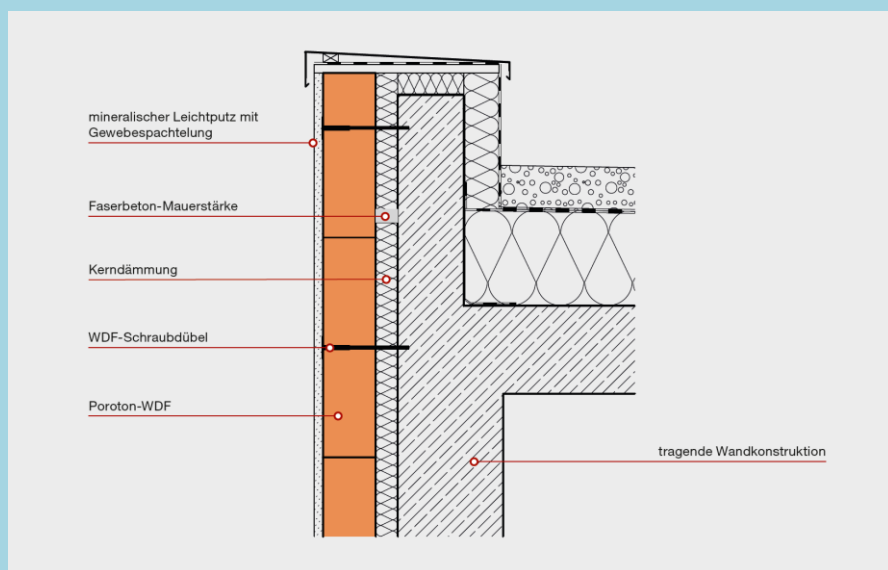


Cofinanciado por
la Unión Europea

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



Ejemplos de detalles constructivos exterior del sistema aislante Poroton WDF. Fuente: Wienerberger



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

AISLANTE O AISLANTES USADOS	<p>Las principales propiedades del aislante utilizado (ladrillos Poroton WDF, fabricados con arcilla y perlita de roca volcánica) son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none">• Espesor (cm): 8/12/18• Largo x ancho (cm): 49,5x 24,9• Densidad (kg/dm³): 0,46-0,50• Conductividad térmica λ (W/mK): 0,06• Resistencia a la difusión al vapor (μ): 4/5• Resistencia mecánica: alta• Euroclase (Comportamiento al fuego): A2
PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA COMPLETO	<p>Densidad (kg/m³): XXX - Resistencia mecánica: Alta - Espesor (cm): de 10 cm a 35cm - Resistencia térmica (m²·K/W): de 0,12</p> <p><u>Parámetros ecológicos del sistema de aislamiento completo</u></p> <ul style="list-style-type: none">• GWP: 0,274 kg CO₂ Äq./kg• AP: 0,00120 kg SO₂ Äq./kg• PERE: 0,490 MJ/kg• PERM: 0,00 MJ/kg• PERT: 0,490 MJ/kg• PENRE: 3,32 MJ/kg• PENRM: 0,00 MJ/kg• PENRT: 3,32 MJ/kg <p>Donde: GWP = Global Warming Potential (Potencial de calentamiento global) AP = Acid Production Potential (Potencial de acidificación del suelo y el agua) PERE= Primary energy renewable, energy resources (Energía primaria renovable, como fuente de energía) PERM= Primary energy renewable, material (Energía primaria renovable, como materia prima) PERT= Total use of renewable primary energy resources (Energía primaria renovable total) PENRE= Primary energy non-renewable, energy resources (Energía primaria no renovable, como fuente de energía) PENRM= Primary energy non-renewable, material (Energía primaria no renovable, como materia prima) PENRT= Primary energy renewable, total (Energía primaria no renovable, total)</p> <p>Fuente: Elaboración propia de AIDIMME</p>
ACABADO	<p>En principio, el sistema puede acabarse con cualquier revoque o pintura. Cuando se aplica por el exterior, se recomienda un revoque mineral ligero, de unos 2,5 cm de grueso.</p>



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

VENTAJAS	<p>Las ventajas que ofrecen en concreto los ladrillos aislantes Poroton WDF son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none">• No son inflamables.• Son fáciles de trabajar durante la construcción.• No contienen adhesivos ni contaminantes.• Su reciclado es sencillo y económico.• Presentan una alta durabilidad.• Están hechos en parte con una materia prima renovable (arcilla). <p>Las ventajas del sistema completo se detallan a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none">• Dura tanto como el edificio, por la elevada durabilidad de los ladrillos.• Su larga vida útil hace que el resultado muy económico a medio/largo plazo.• Es de fácil instalación, ya que usa ladrillos y fijaciones mecánicas, y no adhesivos.• Su reciclaje es fácil y económico, dado que se monta mediante fijaciones mecánicas• Protege con igual eficacia frente al calor estival y al frío invernal.• Su coste no es elevado en comparación con otros sistemas similares.• Su mantenimiento es sencillo, y apenas necesita reparaciones, pues es un sistema sólido.
INCONVENIENTES Y LIMITACIONES	<ul style="list-style-type: none">• Su conductividad térmica es más alta que otros aislamientos (p.ej., con paja, o con lana de roca o lana de vidrio).• Los parámetros de impacto ecológico del material aislante del sistema son mucho más elevados que en aquellos materiales totalmente renovables. Esto se debe a que producir los ladrillos requiere un alto gasto energético, de origen no renovable (carbón, gas natural), y a que contienen perlita de roca volcánica, que es una materia prima no renovable.• Hay muy pocas experiencias de uso del sistema en el entorno mediterráneo (casi todas son en Alemania y Austria).
POSIBLES USOS EN CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN	<p>El sistema puede usarse tanto para aislamiento de paredes exteriores como interiores.</p>



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

NOMBRE	PROMATECT MC
DESCRIPCIÓN	<p>Promatect MC es un sistema de aislamiento basado en un panel de construcción del mismo nombre fabricado con silicato cálcico ligero. El producto está compuesto por arena de cuarzo y cal. Esas dos materias primas se mezclan con agua y se curan al vapor en autoclave.</p> <p>Promatect MC obtiene su resistencia mediante el refuerzo con fibras de celulosa de origen renovable, que es su principal innovación.</p>
COMPONENTES	<ul style="list-style-type: none">• Arena de cuarzo• Cal• Fibra de celulosa
CLASIFICACIÓN	Es un sistema de aislamiento por el interior, que se aplica en la parte interior de los muros.



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

IMÁGENES DEL SISTEMA



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



Paneles y montaje del sistema Promatect-MC. Fuente: PROMAT



**GENERALITAT
VALENCIANA**

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL



**Cofinanciado por
la Unión Europea**

ENTREGABLE

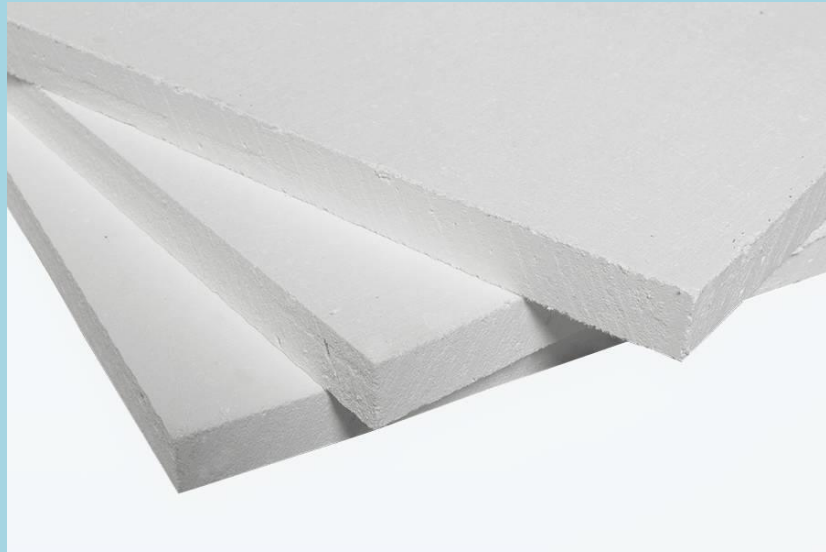
Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME

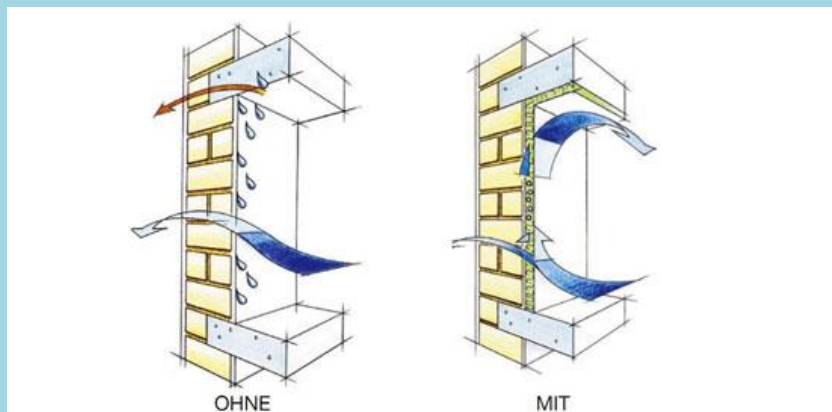
INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

IMÁGENES DEL AISLANTE



Paneles del sistema Promatect-MC. Fuente: PROMAT



OHNE
Tauwasser bildet sich auf der ungedämmten kalten Oberfläche

MIT
Tauwasser wird aufgenommen und verteilt, Oberfläche warm und trocken

Diferencias entre la fachada con aislamiento Promatect MC y sin aislamiento. Fuente: PROMAT



GENERALITAT
VALENCIANA

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL



Cofinanciado por
la Unión Europea

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

MONTAJE

Comprobación preliminar

- Antes de iniciar las obras, hay que asegurarse que las posibles causas de la humedad del muro se eliminan.

Preparación de superficies de paredes y techos

- Debe eliminarse el papel pintado o las capas de pintura viejas.
- Hay que eliminar las partes sueltas de yeso, o bien eliminar todo el yeso interior.
- Deben rasparse las juntas de mortero dañadas.
- Hay que crear una superficie nivelada con enlucido de cal o de cal/cemento.
- Deben repararse los defectos del revoque, si queda revoque.

Imprimación de los paneles MC

- Deben tratarse los paneles con la imprimación diluida 1:1 con agua clara utilizando un rodillo de pelo o un pulverizador.

Mecanizado/Corte

- El corte de los paneles se realiza con una sierra de calar o una sierra circular manual.

Encolado

- Los paneles se encolan con una masilla adhesiva a la pared o techo.



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera




ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

	 <p>Diferentes fases del montaje del sistema Promatect MC en una vivienda. Fuente: PROMAT</p>
<p> AISLANTE O AISLANTES USADOS</p>	<p>Las principales propiedades del aislante utilizado (paneles de Promatect MC) son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none">• Espesor (mm): 25/30/50• Largo x ancho (mm): 500x1000• Superficie por panel (m²): 0,5• Peso por panel (kg): 7,2/8,8/14,5• Densidad (kg/m³): 280 (aproximadamente)• Conductividad térmica λ (W/mK): 0,053• Resistencia a la difusión al vapor (μ): 4,5• Resistencia a la compresión al 5% (N/mm²) 1,1• Resistencia mecánica: Alta• Porosidad (vol.%): 85• Valor pH; 10-12• Euroclase (Comportamiento al fuego): A1



GENERALITAT VALENCIANA

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL



Cofinanciado por la Unión Europea

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

<p>PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA COMPLETO</p>	<p><u>Parámetros ecológicos del sistema de aislamiento completo, considerado sin barrera de vapor y con instalación directa sobre mampostería o enlucido de carga existente:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• GWP: 1,1 kg CO₂ Äq./kg• AP: 0,00214 kg SO₂ Äq./kg• PERE: 0,815 MJ/kg• PERM: 0,00 MJ/kg• PERT: 0,815 MJ/kg• PENRE: 12,3 MJ/kg• PENRM: 0,00 MJ/kg• PENRT: 12,3 MJ/kg <p>Donde:</p> <p>GWP = Global Warming Potential (Potencial de calentamiento global) AP = Acid Production Potential (Potencial de acidificación del suelo y el agua) PERE= Primary energy renewable, energy resources (Energía primaria renovable, como fuente de energía) PERM= Primary energy renewable, material (Energía primaria renovable, como materia prima) PERT= Total use of renewable primary energy resources (Energía primaria renovable total) PENRE= Primary energy non-renewable, energy resources (Energía primaria no renovable, como fuente de energía) PENRM= Primary energy non-renewable, material (Energía primaria no renovable, como materia prima) PENRT= Primary energy renewable, total (Energía primaria no renovable, total)</p> <p>Fuente: Elaboración propia de AIDIMME</p>
<p>ACABADO</p>	<p>Como este sistema se basa en la capilaridad, difusión y evaporación, el diseño de la superficie donde se instale no debe obstaculizar estas propiedades. Los papeles pintados, las pinturas o los enlucidos deben estar siempre abiertos a la difusión.</p> <p>Se recomiendan las pinturas de cal, emulsión y silicato abiertas a la difusión.</p> <p>Los papeles pintados ligeros de papel o de tejido de vidrio son adecuados para el sistema Si va a pintarse el papel pintado, es importante asegurarse de que la pintura esté abierta a la difusión.</p> <p>El papel pintado de plástico o de virutas de madera no se recomienda sobre este sistema.</p> <p>Los paneles del sistema pueden recubrirse con aerosol mineral abierto a la difusión o bien con yeso fino.</p>



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none">• El material aislante del sistema es capilar, y por tanto no se necesita una barrera de vapor.• El material aislante tiene un valor de pH alto (10-12), y en consecuencia no puede crecer moho en él, pues este se desarrolla solamente en materiales con un pH comprendido entre 4 y 6.• La capacidad calorífica específica del material aislante es muy alta.• El sistema protege con igual eficacia frente al calor estival y al frío invernal.• Su coste es moderado en comparación con otros sistemas similares.• Su montaje es sencillo.• El sistema es regulador de humedad y permite la difusión de vapor de acuerdo con la normativa existente.• Es un sistema ya bien desarrollado y caracterizado.• Emplea una materia prima renovable (fibras de celulosa).
INCONVENIENTES Y LIMITACIONES	<ul style="list-style-type: none">• Su conductividad térmica es más alta que otros aislamientos (p.ej., con paja, o con lana de roca o lana de vidrio).• Los parámetros de impacto ecológico del material aislante del sistema son más elevados que en aquellos materiales totalmente renovables (los paneles Promatect MC están hechos principalmente de arena de cuarzo y cal).• Hay muy pocas experiencias de uso del sistema en el entorno mediterráneo.• Faltan estudios sobre su durabilidad a largo plazo, aunque previsiblemente ésta sea buena.
POSIBLES USOS EN CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN	Aislamiento interior, encolado directamente a la pared o techo.



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

NOMBRE	SISTEMA DE ESTRUCTURA METÁLICA, GUTEX THERMOFLEX Y PANELES DE YESO
DESCRIPCIÓN	<p>El sistema está compuesto por una estructura metálica en el núcleo, por paneles aislantes Gutex Thermoflex (paneles flexibles hechos de fibra de madera) y por un panel de yeso de cada lado.</p> <p>La principal innovación del sistema radica en usar estructuras ligeras metálicas y un aislamiento derivado de madera y por tanto sostenible y reciclable.</p>
COMPONENTES	<ol style="list-style-type: none">1) 1,25 cm placa de yeso laminado2) 5/7,5/10/12,5 cm de perfil metálico3) 4/6/8/10 cm de Gutex Thermoflex (colocado entre los perfiles metálicos)4) 1,25 cm placa de yeso laminado
CLASIFICACIÓN	Es un sistema de aislamiento por el interior, que se aplica en la parte interior de los muros.
IMÁGENES DEL SISTEMA	 <p>Esquema del sistema de estructura metálica y Gutex Thermoflex. Fuente: GUTEX</p>

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

IMÁGENES DEL AISLAMIENTO



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



Paneles del material aislante Gutex Thermoflex. Fuente: GUTEX

MONTAJE

El montaje del sistema es igual que el sistema de tabiques de estructuras metálicas con placas de yeso laminado (conocido habitualmente como “pladur”).

Los perfiles metálicos se fijan mediante tornillos; los paneles de aislamiento se posicionan entre los perfiles, a los cuales se atornillan.

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

<p>AISLANTE O AISLANTES USADOS</p>	<p>Las principales propiedades del aislante utilizado (paneles de Gutex Thermoflex) son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none">• Espesor (mm): 40/50/60/80/100/120/140/160/180/200/220/240• Largo x ancho (mm): 1350x575• Superficie por panel (m²): 0,78• Peso por panel (kg): 1,55/1,94/2,33/3,11/3,88/4,66/5,43/6,21/6,99/7,76/8,54/9,32• Peso superficial (kg/m²): 2/2,5/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12• Densidad (kg/m³): ~50 (aproximadamente)• Conductividad térmica λ (W/mK): 0,036• Resistencia a la difusión al vapor (μ): 2• Valor sd (m): 0,08/0,10/0,12/0,16/0,20/0,24/0,28/0,32/0,36/0,40/0,44/0,48• Resistencia a corriente de ondas (kPa·s/m²): 5• Resistencia mecánica: baja• Capacidad calorífica específica (J/kgK): 2100• Temperatura máxima de aplicación: 100°C• Euroclase (Comportamiento al fuego): E
---	---



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

<p>PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA COMPLETO</p>	<p>- Resistencia mecánica: media - Espesor (cm): 6,5/8,5/10,5/12,5 cm - Resistencia térmica (m²K/W): 0,68/0,49/0,39/0,32</p> <p>Parámetros ecológicos del sistema de aislamiento completo:</p> <ul style="list-style-type: none">• GWP: -0,879 kg CO₂ Äq./kg• AP: 0,00341 kg SO₂ Äq./kg• PERE: 1,85 MJ/kg• PERM: 16,1 MJ/kg• PERT: 17,8 MJ/kg• PENRE: 13,5 MJ/kg• PENRM: 1,48 MJ/kg• PENRT: 14,8 MJ/kg <p>Donde: GWP = Global Warming Potential (Potencial de calentamiento global) AP = Acid Production Potential (Potencial de acidificación del suelo y el agua) PERE= Primary energy renewable, energy resources (Energía primaria renovable, como fuente de energía) PERM= Primary energy renewable, material (Energía primaria renovable, como materia prima) PERT= Total use of renewable primary energy resources (Energía primaria renovable total) PENRE= Primary energy non-renewable, energy resources (Energía primaria no renovable, como fuente de energía) PENRM= Primary energy non-renewable, material (Energía primaria no renovable, como materia prima) PENRT= Primary energy renewable, total (Energía primaria no renovable, total)</p> <p>Fuente: Elaboración propia de AIDIMME</p>
<p>ACABADO</p>	<p>El acabado puede consistir, por ejemplo, en paneles de yeso laminado, pintura o cerámica.</p>

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

VENTAJAS	<p>Las ventajas que ofrece en concreto el material aislante Gutex Thermoflex son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none">• Es flexible, moldeable y elástico.• Proporciona un aislamiento térmico excelente.• Tiene una capacidad calorífica específica muy alta.• Proporciona un aislamiento acústico elevado.• Permite la difusión de vapor.• Está hecho con una materia prima renovable (madera).• Es de fácil reciclaje. <p>Las ventajas del sistema completo se detallan a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none">• El sistema protege con igual eficacia frente al calor estival y al frío invernal.• Su coste no es elevado en comparación con otros sistemas similares.• Su montaje es sencillo.• El sistema es regulador de humedad y permite la difusión de vapor de acuerdo con la normativa existente.• Es un sistema ya bien desarrollado y caracterizado.• Puede desmontarse fácilmente, puesto que se monta mediante fijaciones mecánicas, y no mediante adhesivos.• Es muy adecuado para bioconstrucción, por basarse en un material renovable y reciclable.
INCONVENIENTES Y LIMITACIONES	<ul style="list-style-type: none">• Hay muy pocas experiencias de uso del sistema en el entorno mediterráneo.• Faltan estudios sobre su durabilidad y comportamiento a largo plazo.• El material aislante del sistema no es resistente al fuego, aunque esta limitación podría solucionarse añadiéndole retardadores de fuego.
POSIBLES USOS EN CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN	Sistema de tabique ligero.



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

NOMBRE	CLAYTEC HFD
DESCRIPCIÓN	<p>CLAYTEC HFD es un sistema de aislamiento basado en un panel de construcción del mismo nombre fabricado con fibra de madera, adecuado para viviendas y edificios con estructura de entramado de madera y para todo tipo de edificios antiguos.</p> <p>Los paneles de aislamiento CLAYTEC HFD se adhieren en plano con una capa de nivelación de yeso arcilloso, o bien se fijan con un adhesivo arcilloso y un mortero de refuerzo.</p> <p>Su innovación radica en tres factores:</p> <ol style="list-style-type: none">1) El uso de un material aislante derivado de la madera.2) Puede usarse como aislamiento interior para paredes de fachada sin usar barreras de vapor.3) Tiene la capacidad de captar y guardar la humedad del aire y repartirla, lo cual mejora la calidad del aire en el interior.
COMPONENTES	<ul style="list-style-type: none">• Yeso arcilloso• Mortero de refuerzo• Panel de fibra de madera y cola blanca
CLASIFICACIÓN	Es un sistema de aislamiento por el interior, que se aplica en la parte interior de los muros.

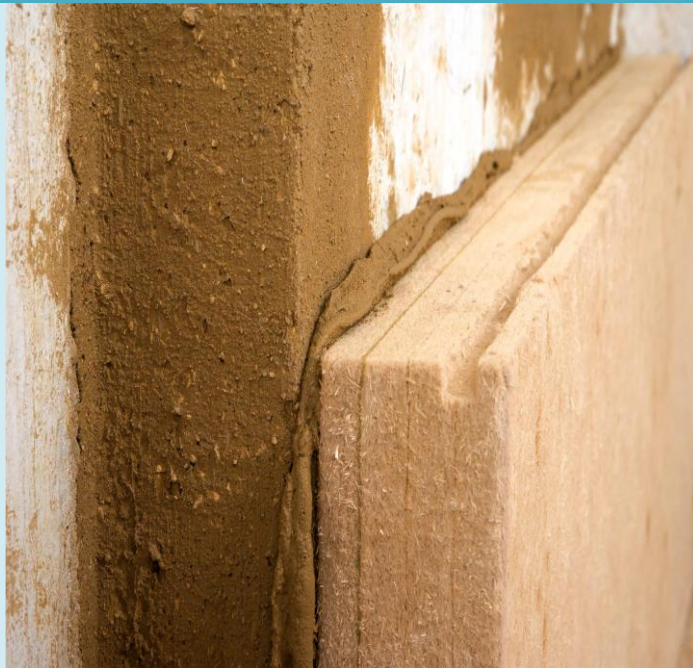


ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

IMÁGENES DEL SISTEMA



Detalle de la instalación del sistema de aislamiento por el interior Claytec HFD. Fuente: Claytec



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



Ejemplo de vivienda con sistema de aislamiento Claytec HFD con enlucido de arcilla. Fuente: Claytec



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME

INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

IMÁGENES DEL AISLAMIENTO



Paneles del material aislante Claytec HFD. Fuente: Claytec



**GENERALITAT
VALENCIANA**

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL

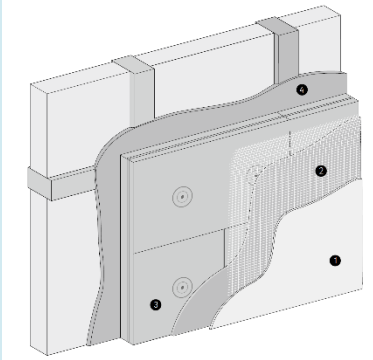


**Cofinanciado por
la Unión Europea**

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

MONTAJE	<ol style="list-style-type: none">1. Enlucido fino de acabado de arcilla con revestimiento de 3 mm, o bien acabado de arcilla YOSIMA con apariencia de yeso de 2 mm.2. Adhesivo de arcilla y mortero de refuerzo o enlucido fino de acabado de arcilla con tejido de lino o vidrio de 3 mm.3. Panel de aislamiento interior CLAYTEC HFD (espesor: 40, 60 u 80 mm).4. (Enlucido de nivelación si es necesario: 10-35 mm). Mortero adhesivo y de refuerzo de arcilla de 3 mm.	 <p>Fuente: Claytec</p>
AISLANTE O AISLANTES USADOS	<p>Las principales propiedades del aislante utilizado (paneles de Claytec HFD) son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none">• Espesor (mm): 40/60/80• Largo x ancho (mm): 380/1200• Densidad (kg/m³): 160• Conductividad térmica λ (W/mK): 0,04• Resistencia a la compresión (kPa) \geq 50• Resistencia mecánica: alta• Euroclase (Comportamiento al fuego): E	

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

<p>PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA COMPLETO</p>	<p>- Resistencia mecánica: media - Espesor (cm): 49/69/89 mm - Resistencia térmica (m²K/W): ~ 1,00/0,86/0,50</p> <p><u>Parámetros ecológicos del sistema de aislamiento completo, considerando yeso arcilloso y mortero de refuerzo:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• GWP: -0,611 kg CO₂ Äq./kg• AP: 0,00308 kg SO₂ Äq./kg• PERE: 2,56 MJ/kg• PERM: 16,4 MJ/kg• PERT: 19,5 MJ/kg• PENRE: 12,8 MJ/kg• PENRM: 1,53 MJ/kg• PENRT: 14,7 MJ/kg <p>Donde: GWP = Global Warming Potential (Potencial de calentamiento global) AP = Acid Production Potential (Potencial de acidificación del suelo y el agua) PERE= Primary energy renewable, energy resources (Energía primaria renovable, como fuente de energía) PERM= Primary energy renewable, material (Energía primaria renovable, como materia prima) PERT= Total use of renewable primary energy resources (Energía primaria renovable total) PENRE= Primary energy non-renewable, energy resources (Energía primaria no renovable, como fuente de energía) PENRM= Primary energy non-renewable, material (Energía primaria no renovable, como materia prima) PENRT= Primary energy non-renewable, total (Energía primaria no renovable, total)</p> <p>Fuente: Elaboración propia de AIDIMME</p>
<p>ACABADO</p>	<p>El acabado recomendado por el fabricante consiste en un enlucido con pintura permeable al vapor.</p> <p>No deben revestirse grandes superficies con baldosas.</p>



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

VENTAJAS	<p>Las ventajas que ofrece en concreto el material aislante Claytec HFD son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none">• Tiene una resistencia mecánica media y es ligero.• Proporciona un aislamiento térmico excelente.• Permite la difusión de vapor.• Está hecho a partir de una materia prima renovable (madera).• Es de fácil reciclaje. <p>Las ventajas del sistema completo se detallan a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none">• Incluso con espesores de aislamiento bajo, es eficaz y tiene un efecto favorable en el consumo total de energía de la vivienda.• No se necesita una capa de barrera de vapor.• Su coste no es elevado en comparación con otros sistemas similares.• Su montaje es sencillo.• Gracias al desacoplamiento energético del aire ambiente y la masa de la pared exterior, el aislamiento interior permite que los recintos se calienten rápidamente.• El sistema es regulador de humedad y permite la difusión de vapor de acuerdo con la normativa existente.• Es un sistema ya bien desarrollado y caracterizado.• Puede desmontarse fácilmente, puesto que se monta mediante fijaciones mecánicas, y no mediante adhesivos.• Es muy adecuado para bioconstrucción, por basarse en un material renovable y reciclable.
INCONVENIENTES Y LIMITACIONES	<ul style="list-style-type: none">• Es un sistema diseñado solamente para rehabilitación, no para obra nueva.• Faltan estudios sobre su durabilidad y comportamiento a largo plazo.• El material aislante del sistema no es resistente al fuego, aunque esta limitación podría solucionarse añadiéndole retardadores de fuego.• Hay muy pocas experiencias de uso del sistema en el entorno mediterráneo.• No es adecuado para baños y recintos similares• No puede revestirse con baldosas.
POSIBLES USOS EN CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN	<p>El sistema puede usarse para paredes exteriores como aislamiento interior.</p>



“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

6 Selección de materiales de madera o derivados de posible uso en sistemas de aislamiento térmico para edificios

Después de analizar con detalle los materiales que aparecen en el apartado anterior y de compararlos entre sí se llegó a la conclusión de que los materiales aislantes utilizados no tenían el carácter autoportante/estructural necesario para este proyecto.

En el caso de los materiales de fibras de madera, como en los sistemas STOTHERM WOOD o el basado en GUTEX THERMOFLEX, el aislamiento térmico es bueno o muy bueno, pero la resistencia mecánica no lo es, y presentan el problema adicional de que tienen una higroscopicidad mucho más elevada que la madera aserrada y que los aislantes convencionales (espumas, plásticos, lana de vidrio, lana de roca, lana de escoria).

Por otra parte, todos los sistemas analizados menos uno (WEBERTHERM CIRCLE) no son desmontables capa a capa o lo son con mucha dificultad, lo que complica el reciclado completo de sus componentes.

A fin de cumplir los requisitos de que el sistema que se desarrollará sea de elevado aislamiento, tenga un carácter autoportante/estructural y sea desmontable capa a capa y fácilmente reciclable, se decidió utilizar para el proyecto materiales basados parcialmente en el anterior proyecto de I+D INNOCOND, **pero con cambios significativos respecto a ellos en cuanto a diseño y composición** (véase el entregable E5.1).

Para el proyecto INNOCOND (https://www.aidimme.es/serviciosonline/difusion_proyectos/detalles.asp?id=30763) se propusieron y desarrollaron materiales de tipo **tablero multicapa (contrachapados y contralaminados), compuestos por madera (pino silvestre y paulownia) y por un nuevo material lignocelulósico ultra-aislante desarrollado específicamente para el proyecto.**

La combinación de esas materias primas resulta innovadora y permite desarrollar tableros/paneles de alto valor añadido. Además, los nuevos materiales son totalmente adecuados para la **construcción modular y la construcción prefabricada**, tendencias arquitectónicas cada vez más relevantes en todo el mundo.

El material lignocelulósico desarrollado para el proyecto procede de residuos industriales, por lo que **se valoriza un residuo**, que es uno de los objetivos de la **economía circular**. Tanto la madera como el material lignocelulósico proceden de la Comunitat Valenciana.

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

Para que los prototipos cubran la mayor cantidad de usos posibles en construcción y rehabilitación se decidió que tuvieran principalmente las siguientes configuraciones (NML denota “Nuevo material lignocelulósico”):

- a) Tablero contrachapado de pino y NML de 11 mm
- b) Tablero contralaminado de pino y NML de 66 mm
- c) Tablero contrachapado de paulownia y NML de 18 mm
- d) Tablero contralaminado de paulownia y NML de 66 mm

No obstante, por interés industrial y sectorial, se desarrollaron también algunos prototipos con otras configuraciones y espesores de NML.

A modo de ejemplo, las siguientes imágenes ilustran algunos de los materiales desarrollados en INNOCOND.

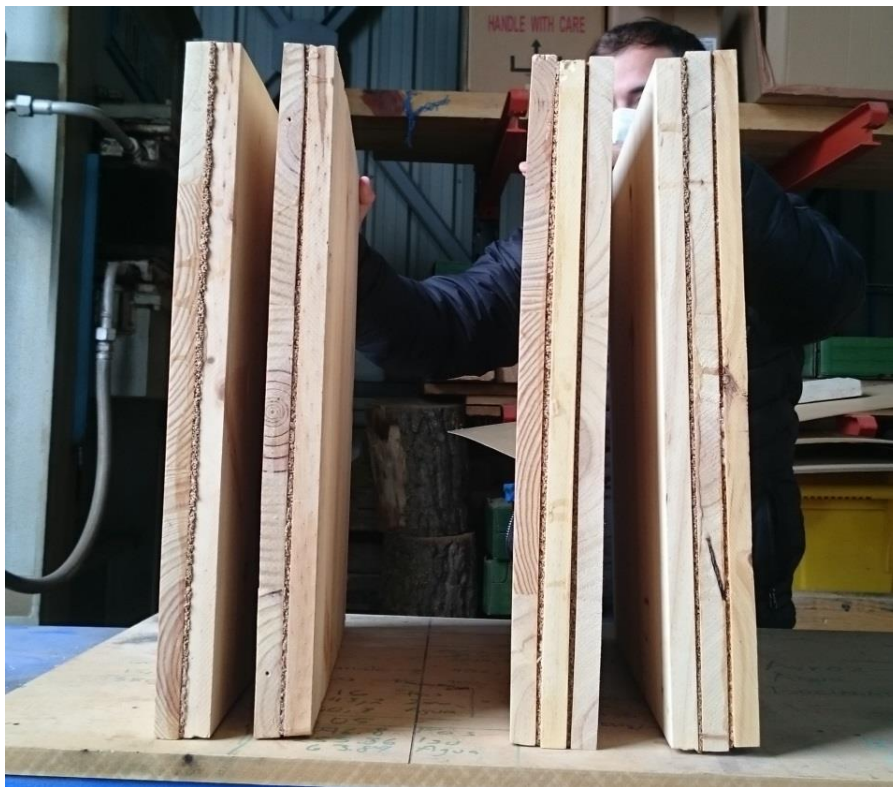


Imagen 10. Tableros contrachapados de pino de 3 capas (izquierda) y 5 capas (derecha) desarrollados en INNOCOND.



**GENERALITAT
VALENCIANA**

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL



**Cofinanciado por
la Unión Europea**

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



Imagen 11. Tableros contralaminados de paulownia (izquierda) y de pino (derecha) de 3 capas desarrollados en INNOCOND.



Imagen 12. Vista frontal del tablero contralaminado de paulownia de 5 capas desarrollado en INNOCOND, antes de su lijado.



**GENERALITAT
VALENCIANA**

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL



**Cofinanciado por
la Unión Europea**

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera



Imagen 13. Detalle transversal del tablero contralaminado de paulownia de 3 capas desarrollado en INNOCOND, después de su corte y lijado.

A continuación, se resumen las **principales propiedades mecánico-térmicas** de los tableros desarrollados en INNOCOND, que acreditan su interés para IDSiate.

Tablero contrachapado de pino y NML de 11 mm

Propiedad	Resultado medio
Densidad (kg/m ³)	475
Resistencia a cizalladura transversal a las fibras (N/mm ²)	5,41
Resistencia a cizalladura paralela a las fibras (N/mm ²)	6,89
Resistencia a compresión transversal paralela a las fibras (N/mm ²)	17,81
Resistencia a compresión transversal perpendicular a las fibras	14,17
Resistencia a compresión perpendicular a las caras (N/mm ²)	11,63
Resistencia a tracción perpendicular a las caras (N/mm ²)	0,43
Resistencia a flexión longitudinal (N/mm ²)	18,19
Módulo de elasticidad longitudinal (N/mm ²)	1.190
Resistencia a flexión transversal (N/mm ²)	23,81
Módulo de elasticidad transversal(N/mm ²)	1.130
Coefficiente de conductividad térmica (W/mK)	0,072056 (a 20°C)

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

Tablero contrachapado de pino y NML de 18 mm

Propiedad	Resultado medio
Densidad (kg/m ³)	493
Coefficiente de conductividad térmica (W/mK)	0,070366 (a 20°C)

Tablero contralaminado de pino y NML de 66 mm

Propiedad	Resultado medio
Densidad (kg/m ³)	464
Resistencia a cizalladura transversal a las fibras (N/mm ²)	5,77
Resistencia a cizalladura paralela a las fibras (N/mm ²)	7,10
Resistencia a compresión transversal paralela a las fibras (N/mm ²)	24,70
Resistencia a compresión transversal perpendicular a las fibras (N/mm ²)	16,22
Resistencia a compresión perpendicular a las caras (N/mm ²)	7,39
Resistencia a tracción perpendicular a las caras (N/mm ²)	0,49
Resistencia a flexión longitudinal (N/mm ²)	27,11
Módulo de elasticidad longitudinal (N/mm ²)	1.922
Resistencia a flexión transversal (N/mm ²)	32,85
Módulo de elasticidad transversal (N/mm ²)	1.854
Coefficiente de conductividad térmica (W/mK)	0,072002 (a 20°C)

Tablero contrachapado de paulownia y NML de 18 mm

Propiedad	Resultado medio
Densidad (kg/m ³)	321
Resistencia a cizalladura transversal a las fibras (N/mm ²)	1,32
Resistencia a cizalladura paralela a las fibras (N/mm ²)	0,97
Resistencia a compresión transversal paralela a las fibras (N/mm ²)	5,68
Resistencia a compresión transversal perpendicular a las fibras (N/mm ²)	4,89
Resistencia a compresión perpendicular a las caras (N/mm ²)	4,25
Resistencia a tracción perpendicular a las caras (N/mm ²)	0,19
Resistencia a flexión longitudinal (N/mm ²)	16,40
Módulo de elasticidad longitudinal (N/mm ²)	1.340
Resistencia a flexión transversal (N/mm ²)	14,26
Módulo de elasticidad transversal (N/mm ²)	1.270
Coefficiente de conductividad térmica (W/mK)	0,065612 (a 20°C)



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

Tablero contrachapado de paulownia y NML de 11 mm

Propiedad	Resultado medio
Densidad (kg/m ³)	302
Coefficiente de conductividad térmica (W/mK)	0,044396 (a 20°C)

Tablero contralaminado de paulownia y NML de 66 mm

Propiedad	Resultado medio
Densidad (kg/m ³)	259
Resistencia a cizalladura transversal a las fibras (N/mm ²)	2,26
Resistencia a cizalladura paralela a las fibras (N/mm ²)	2,17
Resistencia a compresión transversal paralela a las fibras (N/mm ²)	12,31
Resistencia a compresión transversal perpendicular a las fibras (N/mm ²)	7,03
Resistencia a compresión perpendicular a las caras (N/mm ²)	4,46
Resistencia a tracción perpendicular a las caras (N/mm ²)	0,36
Resistencia a flexión longitudinal (N/mm ²)	25,12
Módulo de elasticidad longitudinal (N/mm ²)	1.026
Resistencia a flexión transversal (N/mm ²)	23,98
Módulo de elasticidad transversal (N/mm ²)	984
Coefficiente de conductividad térmica (W/mK)	0,066702 (a 20°C)

A continuación, se muestran las **curvas de conductividad térmica** de los tableros desarrollados en INNOCOND, que acreditan su interés para IDSiate.

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

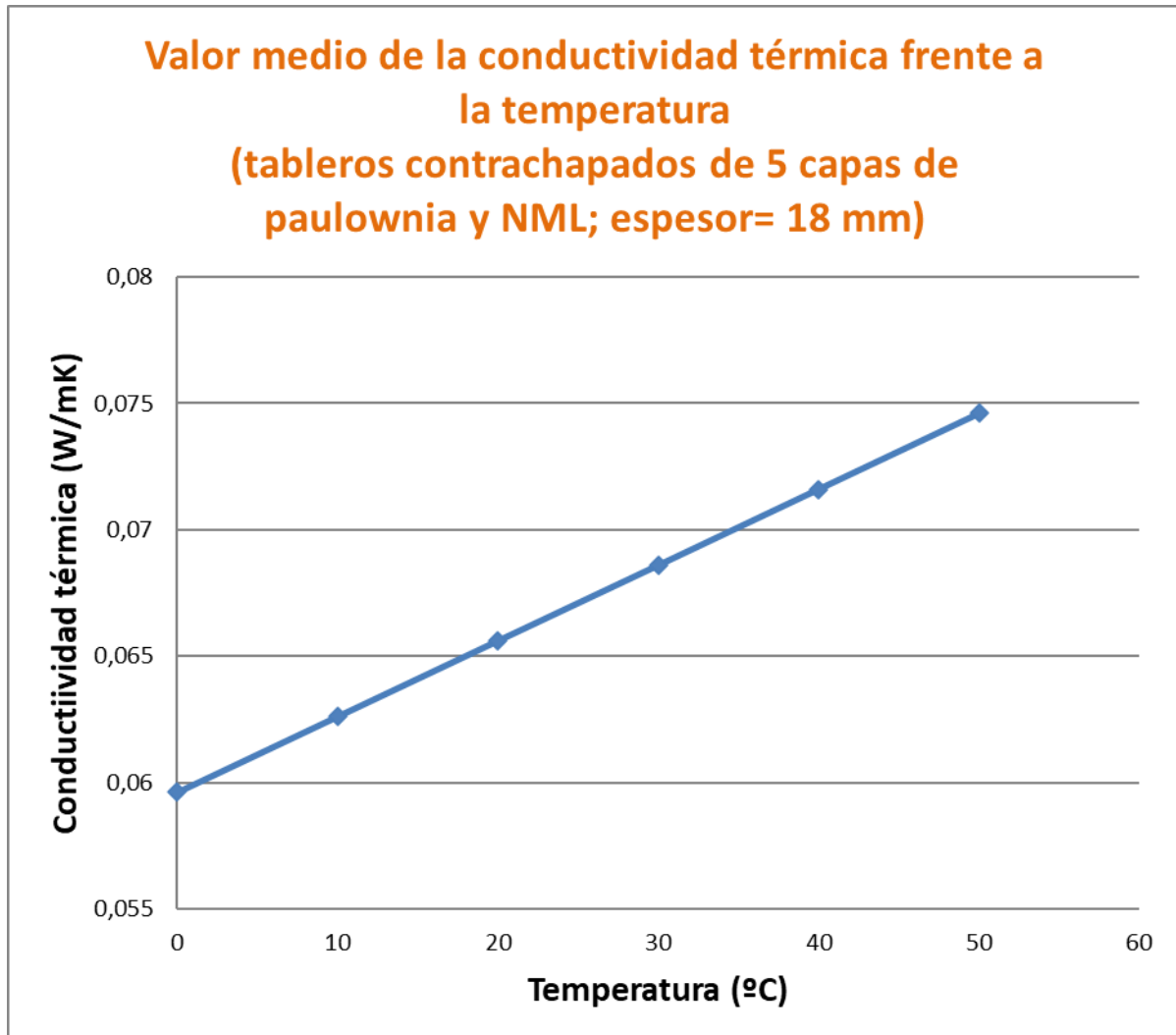


Imagen 14. Valor medio de la conductividad térmica frente a la temperatura para los tableros contrachapados de paulownia y el nuevo material lignocelulósico (espesor=18 mm).
Estos tableros son ultra-aislantes a 0°C y están muy cerca de serlo en el rango 0-20°C.

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

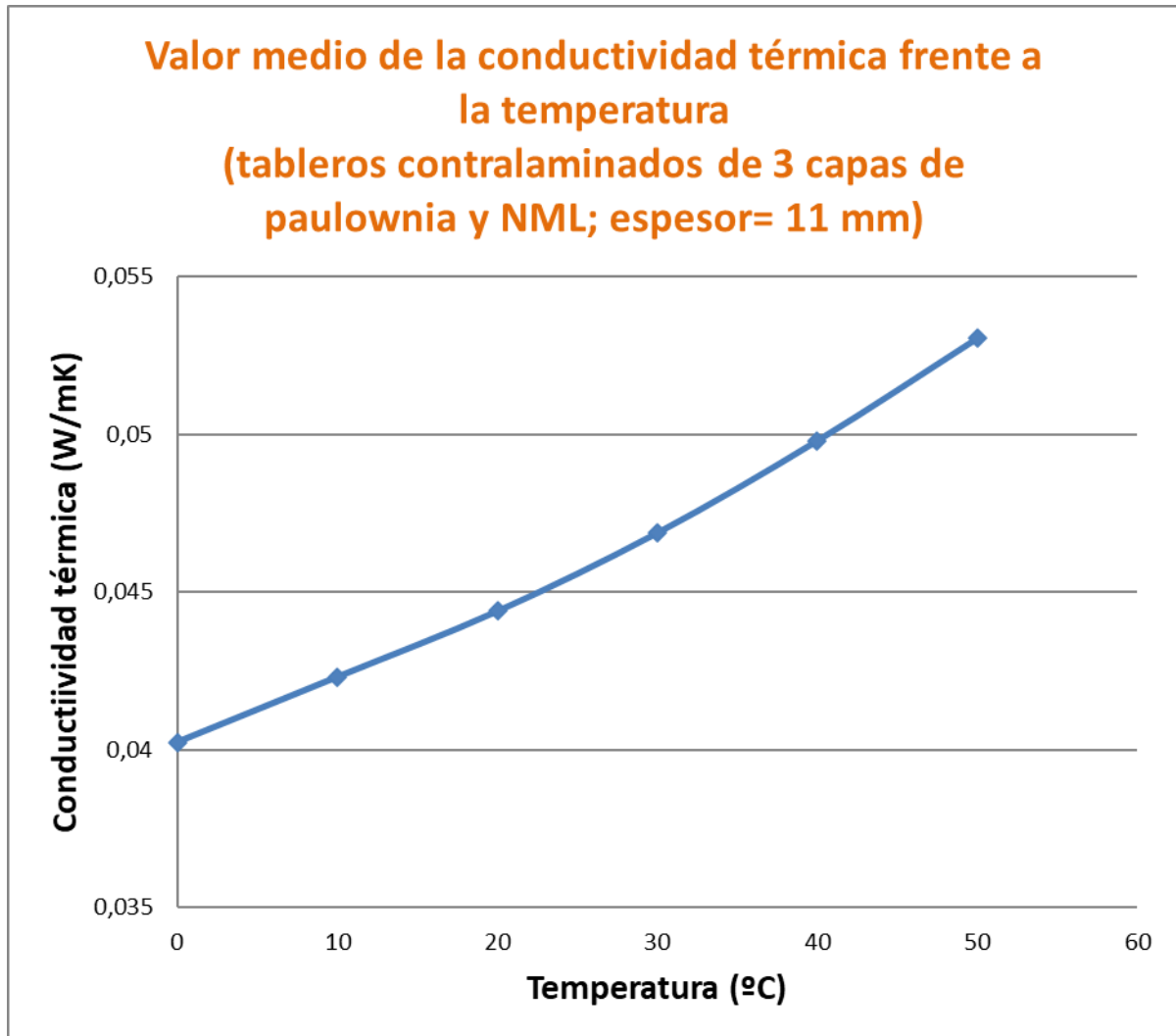


Imagen 15. Valor medio de la conductividad térmica frente a la temperatura para los tableros contrachapados de paulownia y el nuevo material lignocelulósico (espesor=11 mm).
Estos tableros son ultra-aislantes en todo el rango 0-50°C

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

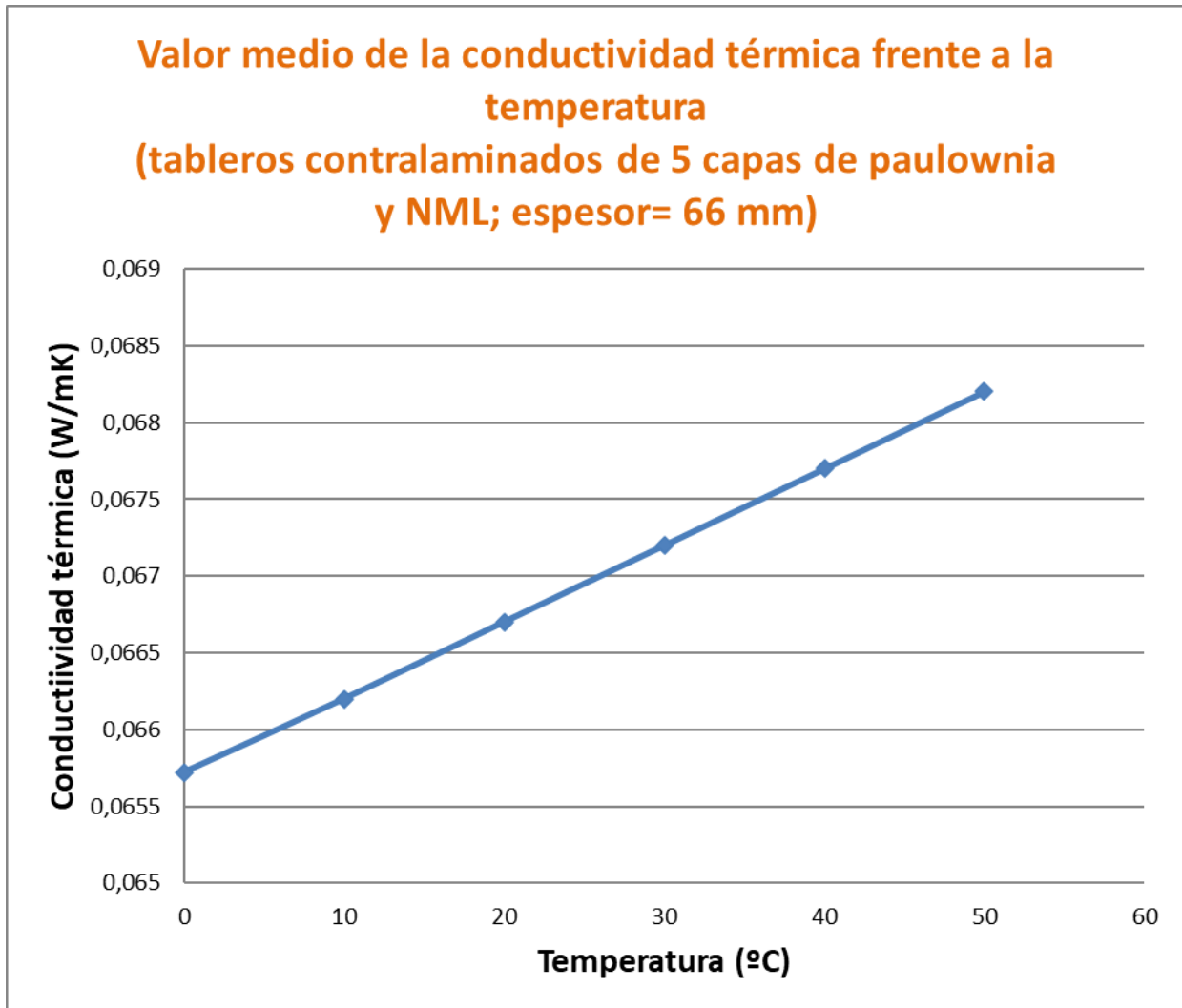


Imagen 16. Valor medio de la conductividad térmica frente a la temperatura para los tableros contralaminados de paulownia y el nuevo material lignocelulósico (espesor=66 mm). Estos tableros están muy cerca de ser ultra-aislantes en el rango 0-50°C.

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

7 Bibliografía consultada y de interés

Ahmad, E.H. *Cost analysis and thickness optimization of thermal insulation materials used in residential buildings in Saudi Arabia*. 6th Saudi Engineering Conference, 2002

Alam, M.; Singh, H.; Limbachiya, M.C. *Vacuum Insulation Panels (VIPs) for building construction industry—a review of the contemporary developments and future directions*. Applied Energy, 88: 3592–3602, 2011

Al-Yasiri, Q., and Szabó, M. *Incorporation of phase change materials into building envelope for thermal comfort and energy saving: A comprehensive analysis*. Journal of Building Engineering, 36, 2021

Baetens, R; Jelle, B.P; and Gustavsen A. *Aerogel insulation for building applications: A state-of-the-art review*. Energy and Buildings, 43:761-769, 2011

Buildinggreen. *Innovative Gas-Filled Panel Insulation from Fi-Foil*, 2010, <https://www.buildinggreen.com/news-article/innovative-gas-filled-panel-insulation-fi-foil>

Capozzoli, A.; Fantucci, S.; Favoino, F.; and Perino, M. *Vacuum insulation panels: Analysis of the thermal performance of both single panel and multilayer boards*. Energies, 8(4):2528–2547, 2015

Füchsl, S.; Rheude, F.; and Röder, H. *Life Cycle Assessment (LCA) of Thermal Insulation Materials: A Critical Review*. Cleaner Materials, 5, 2022

Garcia Ruiz, M. A. *Sistema de aislamiento térmico exterior (SATE): caso práctico : ejecución de fachada con «SATE» en edificio de investigación en Paterna (Universitat de València)*. TFG. Universidad de Valencia. 2016

Hayase, G.; Kanamori, K.; Abe, K.; Yano, H.; Maeno, A.; Kaji, H.; Nakanishi, K. *Polyethylsiloxane–Cellulose Nanofiber Biocomposite Aerogels with High Thermal Insulation, Bendability, and Superhydrophobicity*. Applied Materials and Interfaces, 6: 9466–71, 2014

IDAE. *Guía práctica de la energía para la rehabilitación de edificios*. 2008

IDAE. *Sistemas de Aislamiento Térmico Exterior (SATE) para la Rehabilitación de la Envoltura Térmica de los Edificios*. 2012

Jelle, B.J. *Traditional, state-of-the-art and future thermal building insulation materials and solutions – properties, requirements and possibilities*. Energy and Buildings, 43:2549–63, 2011



ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

Jelle, B.P; Baetens, R.; Gustavsen, A. *Aerogel insulation for building applications*. Sol-Gel Handbook - Synthesis, Characterization, and Applications (pp.1385-1412), Chapter 45. Publisher: Wiley-VCH. Eds: David Levy, Marcos Zayat. Wiley-VCH. 2015

Kralj, A.; Znidarsic, M.; Fir, M.; and Remec, C. *Gas-filled panels as a high insulation alternative for 21st century building envelopes*. World Engineers' Convention, 2011

Künzel, H. *Flexible vapour control solves moisture problems of building assemblies – Smart retarder to replace the conventional PE-film*. Journal of Building Physics, 23:95-102, 1999

Lechtenböhrer, S. and Schüring, A. *The potential for large scale savings from insulating residential buildings in the EU*. Energy Efficiency, 4(2):257–270, 2011

Li, J.; Meng, X.; Gao, Y.; Mao, W.; Luo, T.; and Zhang, L. *Effect of the insulation materials filling on the thermal performance of sintered hollow bricks*. Case studies in thermal engineering, 11:62-70, 2018

Micháľková, D. *Experimental Verification of Thermal Insulation in Timber Framed Walls*. Materials, 15(6):2040, 2022

Miller, W.; Kosny, J.; and Zaltash, A. *Dynamic thermally disconnected building envelopes-A new paradigm for walls and roofs in low-energy buildings*. Thermal Performance of the Exterior Envelopes of Whole Buildings - 11th International Conference, 2010

Minarovičová, K. *Environmental aspect of maintenance of buildings with ETICS*. MATEC Web of Conferences, 2019

Moncada Lo Giudice, G.; Asdrubali, F.; and Rotili, A. *Influence of new factors on global energy prospects in the medium term: comparison among the 2010, 2011 and 2012 editions of the IEA's World Energy Outlook reports*. Economics and Policy of Energy and the Environment, 3:67–69, 2013

Nyers, J.; Kajtar, L.; Tomic, S.; Nyers, A., *Investment-savings method for energy economic optimization of external wall thermal insulation thickness*. Energy and Buildings, 86:268–274, 2015

Pavlik, Z.; and Cerny, R. *Hygrothermal performance study of an innovative interior thermal insulation system*. Applied Thermal Engineering, 29: 1941-1946, 2009

Placo. *Guía de construcción de tabiques y trasdosados*. 2022

Pullen, T. *External Wall Insulation: Pros, Cons, Costs, Plus how it Works*, 2022, <https://www.homebuilding.co.uk/advice/external-wall-insulation>



**GENERALITAT
VALENCIANA**

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL



**Cofinanciado por
la Unión Europea**

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSIATE” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

Ricciardi, P.; Belloni, E.; and Cotana, F. *Innovative panels with recycled materials: thermal and acoustic performance and life cycle assessment*. Applied Energy, 134(1):150-162, 2014

Ricciardi, P.; Gibiat, V.; Hooley, A. *Multilayer absorbers of silica aerogel*. Proceedings of Forum Acusticum, Sevilla, Spain, 2002

Roels, S.; and Carmeliet, J. *Analysis of moisture flow in porous materials using microfocus X-ray radiography*. International Journal of Heat and Mass Transfer, 49:4762-4772, 2006

Rosa, A.D.; Recca, A.; Gagliano, A.; Summerscales, J.; Latteri, A.; Cozzo, G.; and Cicala, G. *Environmental impacts and thermal insulation performance of innovative composite solutions for building applications*. Construction and Building Materials, 55:406-414, 2014

Rodríguez Ros. *Sistema de Aislamiento Térmico Exterior (SATE)*, 2021, <https://rodriguezros.com/servicios/sistema-de-aislamiento-termico-exterior-sate/>

Schiavoni, S., D’Alessandro, F., Bianchi, F., & Asdrubali, F. *Insulation materials for the building sector: A review and comparative analysis*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 62:988–1011, 2016

Scheffler, G.; and Grunewald, J. *Material development and optimisation supported by numerical simulation for a capillary-active inside insulation material*. In Research in Building Physics, eds. Carmeliet, Hens, Vermeir, Lisse: A.A. Balkema Publishers, pp. 463-469, 2003

Sisternes García, A. *Envolvente térmica: qué es y cómo afecta al comportamiento energético de los edificios*, 2022, <https://retokommerling.com/envolvente-termica/>

Straube, J.; and Schumacher, C. *Interior insulation retrofits of load-bearing masonry walls in cold climates*. Building Science Digest, 114, 2007

Tavares, J.; Ana, S.; and de Brito, J. *Computational models applied to the service life prediction of External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS)*. Journal of Building Engineering, 27, 2020

Tažiková, A.; and Struková, Z. *An Assessment and Comparative Study of Modern Thermal Insulation Systems*. TEM Journal, 7(4):769-774, 2018

Useia, E. *International energy outlook 2018 – highlights*, 2018, https://www.eia.gov/pressroom/presentations/capuano_07242018.pdf

Vereecken, E.; and Leuven, Roels. *Hygic Performance of Different Interior Insulation Systems: an Experimental Comparison*. 12DBMC - 12th International Conference on Durability of Building Materials and Components, 2011



GENERALITAT
VALENCIANA

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL



Cofinanciado por
la Unión Europea

ENTREGABLE

Fichas técnicas resumen de soluciones de aislamiento térmico avanzadas y recientes para edificación

AIDIMME
INSTITUTO TECNOLÓGICO

“IDSiate” - Investigación y desarrollo de un sistema innovador de aislamiento térmico para edificación basado en madera

WTA Merkblatt 6-4 Ausgabe 05.2009/D. Innendämmung nach WTA I. Fraunhofer IRB Verlag 2009

Ximenes, S; de Brito, J.; Gaspar, P.; and Silva, A. (2015). *Modelling the degradation and service life of ETICS in external walls*. Materials and Structures, 48, 2015



**GENERALITAT
VALENCIANA**

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL



**Cofinanciado por
la Unión Europea**