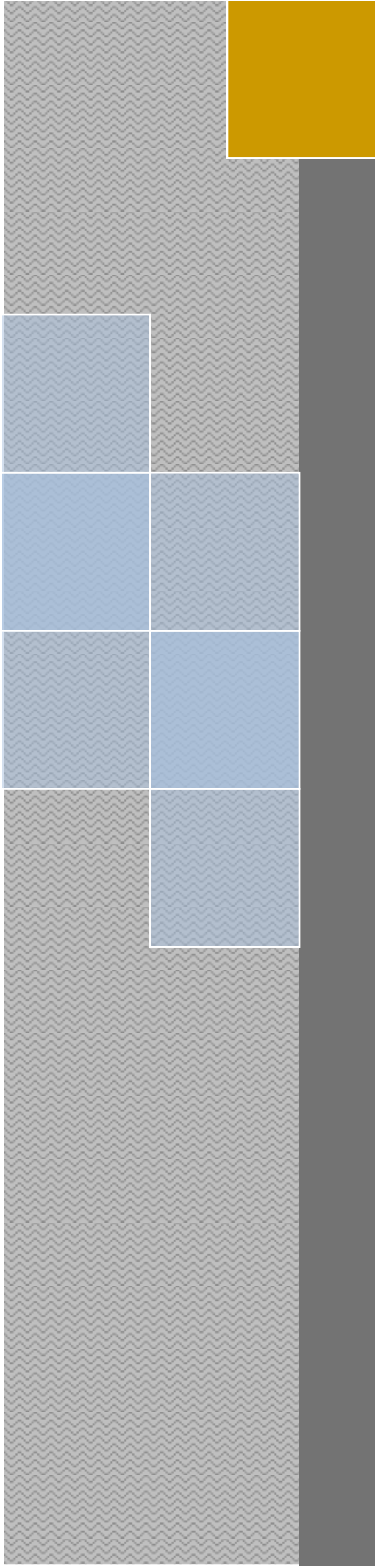




MATLIG

Desarrollo de materiales ligeros con propiedades ad-hoc para usos determinados

Programa: Líneas de I+D independiente del Plan de Actividades de carácter no económico de AIDIMME

Entregable E.1: Resumen de resultados

Breve descripción.

En el presente documento se incluye una recopilación de las principales tareas llevadas a cabo durante la ejecución del proyecto MATLIG, con el objetivo de difundir sus resultados.

Realizado por:
AIDIMME



GENERALITAT
VALENCIANA

iVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL

INDICE

1	DESCRIPCIÓN Y OBJETIVO DEL ENTREGABLE	3
2	OBJETIVOS GENERALES	4
3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
4	RESULTADO ESPERADOS	6
5	PRINCIPALES RESULTADOS OBTENIDOS.....	6
5.1	INTRODUCCIÓN	6
5.2	CARACTERÍSTICAS CLAVES DEMANDADAS PARA ESTA TIPOLOGÍA DE PRODUCTOS EN FUNCIÓN DE SU NATURALEZA Y USO FINAL	10
5.3	CARACTERIZACIÓN DE LAS PRESTACIONES OFRECIDAS POR LOS MATERIALES ALIGERADOS PARA SU COMPARACIÓN CON LOS MATERIALES CONVENCIONALES.....	11
5.4	PUESTA A PUNTO METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS ESPECÍFICAS.....	14
5.5	REFORMULACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE PROPIEDADES AD-HOC DE LOS MATERIALES LIGEROS.....	14
5.6	FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	14

1 DESCRIPCIÓN Y OBJETIVO DEL ENTREGABLE

Una de las líneas estratégicas de actuación que lleva a cabo AIDIMME en el campo de la investigación y desarrollo, consiste en el estudio y caracterización de materiales existentes así como el desarrollo de nuevos materiales, para su adaptación a usos específicos en los que puedan ofrecer unas elevadas prestaciones técnicas o nuevas funcionalidades.

El proyecto MATLIG (*Desarrollo de materiales ligeros con capacidad de obtención de propiedades ad-hoc para usos determinados*) pone el foco en los materiales ligeros y aligerados. Este tipo de materiales suscitan gran interés ya que presentan un menor impacto medioambiental y en algunos casos no muestran una merma importante en el resto de sus propiedades. Asociado a su peso sensiblemente reducido, estos materiales facilitan operaciones de transporte y montaje, reduciendo la huella de carbono generada. En concreto, el proyecto aborda principalmente aspectos relacionados con su capacidad como aislantes térmicos.

El proyecto consta de una parte de estudio y análisis de materiales ligeros y aligerados capaces de ofrecer unas propiedades similares a los productos convencionales en diversos usos específicos, y de otra de ensayo y caracterización de los mismos, con el fin de generar un conocimiento que pueda difundirse a las empresas para generar nuevas oportunidades de negocio.

En el presente documento se incluye una recopilación de las principales tareas llevadas a cabo durante la ejecución del proyecto MATLIG, con el objetivo de difundir sus resultados. Se recogen un resumen de los principales resultados obtenidos durante el año 2018.

2 OBJETIVOS GENERALES

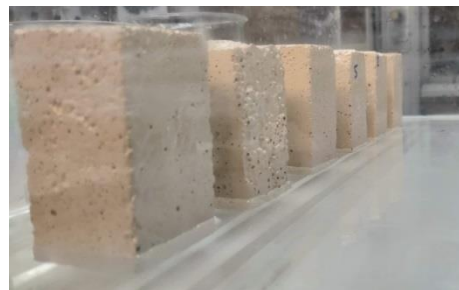
1. Obtener una recopilación de información relativa a las propiedades, familias, tipología de productos, normativa y requisitos que deben satisfacerse para los diferentes usos previstos.
2. Desarrollo de metodologías y procedimientos de ensayo internos para el estudio de los materiales en función de su uso final.
3. Evaluar su aplicabilidad y su viabilidad en el hábitat, con el objetivo de mejorar la sensación de confort térmico de los usuarios.



3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Definición de objetivos específicos

- 1.1. Recopilar los requisitos legales y de mercado en función del uso final al que se destina el producto.
- 1.2. Disponer de una clasificación de las familias, tipología de producto y requisitos ajustados a su naturaleza en función de su uso final.
- 2.1. Disponer del conocimiento acerca de la normativa aplicable así como el desarrollo de procedimientos internos de ensayo adaptados a la caracterización del producto en función de su destino final.
- 2.2. Obtener mediciones que permitan verificar las propiedades ad-hoc de los materiales ligeros.
- 2.3. Disponer de valores de referencia de las capacidades de los materiales ligeros objeto de estudio en su comportamiento como aislantes térmicos y acústicos.
- 3.1. Disponer del conocimiento que permita evaluar la potencialidad de uso de los materiales para adaptarlos a un uso concreto.



4 RESULTADO ESPERADOS

De la ejecución del presente proyecto se pretende disponer de un conocimiento más profundo de las posibilidades que los materiales ligeros y aligerados pueden ofrecer en el campo del aislamiento térmico, permitiendo la obtención de productos altamente competitivos.

Del mismo modo, el desarrollo de nuevos materiales y metodologías de evaluación de los mismos favorecerá la obtención de valores de referencia que tomar como datos de partida para analizar su aptitud y viabilidad.

Adicionalmente, este proyecto constituye una continuación dentro de las líneas estratégicas de investigación en el campo de nuevos materiales de AIDIMME.

5 PRINCIPALES RESULTADOS OBTENIDOS

5.1 INTRODUCCIÓN

El proceso de selección de los materiales es una fase crucial en el proceso de concepción y desarrollo de cualquier obra arquitectónica. Es fundamental disponer de una base de datos que permita determinar las soluciones idóneas para cada caso concreto en función de las necesidades específicas.

Los materiales aligerados son aquellos materiales a los cuales mediante algún procedimiento o modificación se les hace disminuir su densidad normal. Para ello se recurre generalmente a la ocupación de parte del volumen del mismo con algún material que posea menor densidad (Berná Serna, 2013).

Habitualmente el proceso para transformar un material sólido en uno celular se lleva a cabo mediante la inclusión de aditivos espumantes. Las propiedades de los mismos varían en función de la forma, la estructura de las celdas, su estructura así como de la conexión de las paredes celulares y del espacio poroso.

Las principales aplicaciones de los materiales aligerados se pueden agrupar en las siguientes categorías

- a) Reducción de la densidad. Facilitando su transporte, manejo y colocación. Reducción carga en estructuras, uso en relleno de cavidades y elaboración de prefabricados
- b) Aislamiento térmico (absorción de energía de impacto) y acústico
- c) Mejora de la resistencia al fuego
- d) Mejora resistencia a la heladicidad

Por su parte, entre los principales inconvenientes se encuentran:

- a) Posible merma en las resistencias mecánicas o en su dureza, ya que se reduce su densidad y se aumenta la porosidad.
- b) Puede requerir la necesidad de revestirlos.

Existen en el mercado múltiples opciones para obtener materiales compuestos aligerados, como el uso de aditivos aireantes, espumantes o generadores de gas en su proceso de fabricación, el uso de especies de madera de baja densidad, el empleo de procesos de baja compactación, el uso de cargas ligeras o el uso de núcleos aligerados, ya sean homogéneos (espumas, poliestireno expandido) o no homogéneos (estructuras con núcleo con panel de abeja, corrugados, tipo textil...). Cada una de estas opciones presenta sus ventajas e inconvenientes en cuanto a su fabricación y prestaciones. (Monteiro S. , Martins, Magalhães, & Carvalho, 2018).

Los materiales aligerados se pueden clasificar en función de su origen o de su estructura (Muñoz Ruipérez, 2015)

Clasificación según su origen	
Materiales	Designación
Naturales	Madera, corcho, esponja, coral, huesos
Artificiales	Espumas, poliuretano, polietileno, panel de abeja
Clasificación según su estructura	
Estructura	Designación
Bidimensionales (paneles de abeja)	Celda cerrada
Tridimensionales (espumas)	Celda cerrada
	Celda abierta
	Mixtas

En función de si se introducen refuerzo tipo fibras (fibras de vidrio, fibras naturales...) o cargas (mica, talco, harinas...) este tenderá a poseer más resistencia estructural o un mejor aspecto estético respectivamente.

Las cargas ligeras (áridos) se pueden clasificar en función de su origen como sigue:

- Naturales inorgánicos no elaborados. Procedentes de la desintegración natural o artificial de rocas debido a fenómenos erosivos: puzolanas, escorias, travertinos
- Naturales inorgánicos elaborados. Obtenidos a partir de un proceso industrial: arcilla expandida, vermiculita, perlita expandida, etc.
- Naturales orgánicos no elaborados: granulado de desechos de corcho, cáscaras de cereales, virutas de madera.
- Industriales no elaborados como escorias de alto horno, ceniza volantes.
- Industriales elaborados: escoria expandida, cenizas expandida o sintetizadas.
- Orgánicos: poliestireno expandido, partículas de plástico.

Una de las maneras más usuales en el aligerado de materiales de construcción se consigue mediante estructuras tipo sándwich, en los que el núcleo, generalmente encolado a las caras consigue unos materiales compuestos con buenas prestaciones (Nilsson, 2018).

En el caso de los paneles aligerados derivados de la madera, éstos se encuentran compuestos por un alma ligera, paramentos y un bastidor o marco. Los paramentos suelen ser tableros derivados de la madera (contrachapado, tablero de fibras MDF y partículas). El bastidor, que es la pieza que remata el borde del panel puede ser de madera maciza (AITIM, 2012).

En este contexto, el desarrollo de nuevos materiales de construcción, en los que se integren conglomerados de residuos en su composición cobra especial importancia. En éstos es clave lograr una buena compatibilidad de dichos residuos en la matriz en la que se integran, ya que ésta repercutirá en las prestaciones finales de dichos materiales.

En la actualidad existen diversas iniciativas como la de emplear residuos de espuma de poliuretano procedentes de la industria de la construcción y del automóvil, u otras encaminadas a integrar residuos agrícolas como la cáscara de arroz, que representa aproximadamente una quinta parte en peso del fruto recolectado (Bernaveu, Borrachero, & Monzó, 2012). A modo de ejemplo, el aislante ecológico *hyperin* fue reconocido en 2018 como la mejor patente de España. A partir de paja del arroz se elaboró un material de bajo coste y excelentes cualidades ignífugas y aislantes con el que se pretende competir con el poliestireno expandido.

Cabe señalar, que la introducción de estas carga procedentes de compuestos vegetales en los cementos puede repercutir en el fraguado del cemento y en una mengua de la su resistencia debido a la presencia de hemicelulosas, por lo que se requieren pretratamientos con disoluciones básicas, obteniéndose morteros y hormigones aligerados aptos para usos no estructurales.

No obstante, también se están llevando a cabo procesos para la fabricación de materiales aligerados resistentes mediante la incorporación en ellos de microesferas que, huecas o conteniendo distintas sustancias, consiguen dicho aligeramiento manteniendo un alto grado de resistencia del propio material (Navia García, 2012).

En el proceso a seguir en el diseño de un nuevo material cabe considerar como base algunos de los aspectos recogidos por (Sapuan, Purushothman, & Sanyang, 2018):



El diseño de este tipo de materiales aligerados suele repercutir en unas mejores prestaciones térmicas, lo que conlleva un ahorro energético y en menor impacto ambiental de las construcciones.

5.2 CARACTERÍSTICAS CLAVES DEMANDADAS PARA ESTA TIPOLOGÍA DE PRODUCTOS EN FUNCIÓN DE SU NATURALEZA Y USO FINAL

Aunque las características clave dependen del tipo de material y su uso final, de forma general el mayor interés se centra en las siguientes características:



La caracterización de la inercia térmica no se puede determinar inequívocamente por el valor de una variable. La inercia térmica es resultado de una combinación de propiedades intrínsecas del material, así como de su geometría particular y de las condiciones ambientales. Dado que no existe una única variable que describa la inercia térmica, se suele hablar de materiales con alta, media o baja inercia y normalmente se habla en términos comparativos. Es por ello, que existen multitud de aproximaciones diferentes para su determinación.

Una aproximación bastante aceptada para la determinación de la inercia térmica consiste en estudiar el desfase y la amortiguación generada por el material ante un estímulo térmico oscilatorio. A nivel experimental, se realizan habitáculos empleando el material a estudiar situándolos a la intemperie en los que se monitoriza la temperatura exterior e interior a lo largo del día y la noche para evaluar su comportamiento y estimar el desfase y amortiguación obtenidos.

En otros casos, lo que se lleva a cabo es la determinación de las propiedades de los materiales que están relacionados con la inercia térmica, como son el calor específico, su densidad y la conductividad térmica.

5.3 CARACTERIZACIÓN DE LAS PRESTACIONES OFRECIDAS POR LOS MATERIALES ALIGERADOS PARA SU COMPARACIÓN CON LOS MATERIALES CONVENCIONALES

Para la determinación de la conductividad térmica, además del método de referencia para este tipo de mediciones y que se recoge en las normas UNE-EN 12664 y UNE-EN 12667 “Determinación de la resistencia térmica por el método de la placa caliente guardada y el método del medidor del flujo de calor”, también se han llevado a cabo mediciones en base a la al método del hilo caliente empleando un equipo FP2C (Neotim™), que utiliza el método del hilo caliente. Este método se basa en la transferencia de calor de una fuente controlada hacia un material y la medición del cambio de temperatura provocado por la disipación del calor a través de la muestra para determinar las propiedades térmicas de transporte del material.

Durante la medición, se genera una cantidad precisa de calor en un hilo resistivo incrustado en la muestra, en un entorno de temperatura constante, y se registra la temperatura medida por un termopar emplazado en su proximidad. El análisis de la evolución de la temperatura en este transitorio permite estimar la conductividad térmica. Cabe indicar que este método es apropiado para materiales homogéneos.

Determinación conductividad térmica

Material	Método	Temperatura (°C)	Resultado (W/mK)
Fibra de vidrio (123 kg/m³)	UNE-EN 12667	25	0,032
	Hilo caliente	25	0,030
Poliestireno expandido alta densidad (30 kg/m³)	UNE-EN 12667	10	0,033
	Hilo caliente	23	0,022
Poliestireno expandido baja densidad (10 kg/m³)	UNE-EN 12667	10	0,041
	Hilo caliente	23	0,026
Mortero térmico base (380 kg/m³)	UNE-EN 12667	23	0,062
Mortero térmico alta densidad (400 kg/m³)	UNE-EN 12667	23	0,058

Material	Método	Temperatura (°C)	Resultado (W/mK)
Mortero térmico con bolas de EPS tratado con grafito (250 kg/m³)	UNE-EN 12667	23	0,055
Hormigón celular (500 kg/m³)	Hilo caliente	23	0,010
Hormigón prefabricado (1250 kg/m³)	UNE-EN 12667	10	0,150
Panel hormigón con núcleo residuo virutas madera y acabado con pintura (950 kg/m³)	UNE-EN 12667	10	0,090
Suelo base textil (1010 kg/m³)	UNE-EN 12667	25	0,060
Tablero residuos agrícolas (600 kg/m³)	UNE-EN 12667	10	0,050
Tablero MDF 16 mm espesor	UNE-EN 12667	10	0,065
Tablero partículas revestido de melamina	UNE-EN 12667	10	0,122
Tablero OSB 18 mm espesor (650 kg/m³)	UNE-EN 12667	10	0,128
Tablero contrachapado okume (540 kg/m³)	UNE-EN 12667	10	0,145
Tablero cemento reforzado fibras madera baja densidad (1200 kg/m³)	UNE-EN 12667	10	0,135

Material	Método	Temperatura (°C)	Resultado (W/mK)
Tablero cemento reforzado fibras madera alta densidad (1500 kg/m ³)	UNE-EN 12667	10	0,160
Corcho natural proyectado (450 kg/m ³)	UNE-EN 12667	23	0,073 0,063
	Hilo caliente	23	0,068

Determinación de la capacidad calorífica específica

Material	Temperatura (°C)	Resultado (J/gK)
Hormigón (1700 kg/m ³)	25	0,925
Pintura (1300 kg/m ³)	25	1,100
Viruta madera (500 kg/m ³)	25	1,015
Corcho natural proyectado (460 kg/m ³)	25	1,120
Tablero OSB (650 kg/m ³)	25	1,650

Determinación de la permeabilidad al vapor de agua (UNE-EN ISO 12572)

Material	Factor de resistencia al vapor de agua, μ (seco/húmedo)
Tablero OSB 18 mm (615 kg/m ³)	85/82
Tablero OSB 13 mm (630 kg/m ³)	95/90
Tablero OSB 13 mm (650 kg/m ³)	110/93

5.4 PUESTA A PUNTO METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS ESPECÍFICAS

Se han llevado a cabo montajes experimentales para evaluar la acumulación de calor en los materiales sometido a la radiación de lámparas infrarrojas y la determinación del flujo de calor que atraviesa un material base con y sin la presencia del revestimiento o aislante térmico a analizar.



5.5 REFORMULACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE PROPIEDADES AD-HOC DE LOS MATERIALES LIGEROS

Se han abordado distintas líneas de trabajo como: tableros derivados de la madera, revestimientos con propiedades térmicas, tableros de cemento reforzados con fibras o morteros térmicos en los que se han establecido diferentes formulaciones y se han analizado diferentes características que se consideran fundamentales para su adecuado desempeño.

5.6 FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Atendiendo al trabajo realizado durante el año 2018, se considera de interés la continuación y profundización en esta línea de investigación para completar la base de datos iniciada.

Del mismo modo, se requiere una mayor investigación en la caracterización de los materiales y reformulación de materiales aligerados para tratar de establecer correlaciones de interés práctico. Del mismo modo, se requeriría un ajuste de los procedimientos experimentales internos a este tipo de materiales así como la ampliación del estudio de las propiedades y prestaciones de dichos materiales tras su envejecimiento mediante ensayos acelerados.