

## Comportamiento de reacción al fuego del corcho

Laia Haurie<sup>a</sup>, María Pilar Giraldo<sup>b</sup>, Ana María Lacasta<sup>a</sup>

<sup>a</sup>EPSEB, Universitat Politècnica de Catalunya, Av. Dr. Marañón, 44-50, 08028 Barcelona;

<sup>b</sup>Institut Català de la Fusta (Incafust). Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (CTFC), Ctra. Sant Llorenç de Morunys, km 2. 25280, Solsona, Lleida.

laia.haurie@upc.edu

**Palabras clave:** corcho, aglomerados, reacción al fuego, combustibilidad, autoextinción.

### Resumen

En este trabajo se realiza una comparativa de algunos aspectos relacionados con la reacción al fuego para distintos productos, tanto de corcho natural como de aglomerados con y sin aglutinantes. Para ello se han realizado diferentes ensayos a escala de laboratorio: microcalorímetro de pirolisis para la determinación del ritmo de liberación de calor y ensayo de radiación para la determinación del tiempo de ignición y de la capacidad de autoextinción. Los resultados se han comparado con los obtenidos con otros materiales aislantes térmicos utilizados habitualmente en edificación.

### 1. Introducción

El corcho es una materia prima natural y renovable que cuenta con propiedades, como su ligereza y su baja conductividad térmica, que le hacen muy adecuado para diversas aplicaciones en construcción. Los productos a base de corcho se pueden agrupar en: (1) planchas de corcho sin procesar obtenidas directamente de la extracción del árbol; (2) corcho granulado; (3) aglomerados de corcho compuestos de gránulos de corcho y resina; (4) aglomerados de corcho expandido sin aglutinantes [1].

Actualmente existe una tendencia en el sector de la construcción para avanzar hacia soluciones constructivas energéticamente eficientes y sostenibles, que impliquen no solo la disminución de la transmisión térmica de la envolvente del edificio, sino también la mejora y el uso de materiales de construcción renovables, reutilizables y compostables. El uso del corcho como aislante térmico es, desde el punto de vista del impacto medioambiental, una excelente alternativa a los productos basados en recursos no renovables que actualmente se utilizan de forma mayoritaria, como las lanas minerales y las espumas orgánicas sintéticas. En un estudio sobre la evaluación del ciclo de vida de los materiales de construcción realizado por Zabalza Bribián et al. [2] se concluyó que el poliestireno expandido o el poliuretano son responsables de la emisión, en promedio, de 7 kg CO<sub>2</sub>-eq kg<sup>-1</sup>, mientras que los materiales aislantes de origen natural, como el corcho, emiten solo 0.8 kg CO<sub>2</sub>-eq kg<sup>-1</sup>.

Uno de los aspectos fundamentales a tener en cuenta al analizar la respuesta potencial de los aislantes térmicos en situaciones reales es su comportamiento en caso de

incendio. Recientes tragedias como la del incendio de la torre Grenfell de Londres en 2017 han alertado de la peligrosidad del uso de determinados materiales aislantes en fachada [3]. Mientras que las lanas minerales como la fibra de vidrio o la lana de roca son incombustibles por su naturaleza inorgánica, las espumas orgánicas sintéticas presentan un mal comportamiento de reacción al fuego. El corcho, como todos los materiales de origen orgánico, también es combustible y por ello es importante conocer su posible comportamiento en caso de incendio. Sin embargo, existen pocos trabajos científicos al respecto y es difícil encontrar datos relativos al corcho natural. En el caso de los paneles aglomerados de corcho expandido y de los aglomerados con resina, éstos suelen clasificarse como clase E de acuerdo a la norma EN 13501-1 de reacción al fuego. A pesar de esta mala clasificación y a diferencia de otros aislantes sintéticos, el corcho presenta algunas propiedades positivas, como su capacidad de extinción después de retirar la llama o fuente de calor que provocó su inflamación [4].

## 2. Materiales utilizados y procedimientos experimentales

**2.1 Materiales.** En este trabajo se han utilizado muestras de corcho de diferente tipo, tanto de corcho natural como de aglomerados con y sin aglutinantes. El corcho natural empleado (CN) es de tipo reproducción, caracterizado por una estructura compacta y regular y cierta porosidad apreciable en la superficie. La corteza es regular y delgada. El aglomerado de color marrón claro (AC-claro) es un tipo de placa constituida por granulado de corcho natural y colas con base agua biodegradables (Biocol Bo 415). Se utiliza principalmente como aislante acústico, es muy efectivo para mitigar ruidos aéreos y de impacto. El aglomerado de color oscuro (AC-negro) es un producto granulado de corcho 100% natural con excelentes prestaciones termoacústicas gracias al proceso de expansión al que se somete el granulado mediante vapor de agua. El color marrón oscuro se debe al proceso térmico de “tostado” que se realiza para conformar las placas. Se trata de un procedimiento en el cual los gránulos de corcho se aglutinan mediante la fusión de la suberina, un biopolímero presente en la estructura celular del corcho. En la tabla 1 se muestran las características principales de cada caso.

Tabla 1. Descripción de los materiales analizados

Nomenclatura	descripción	Aditivos/aglutinantes	densidad
CN	Corcho natural	No	120 kg/m <sup>3</sup>
AC-claro	Aglomerado claro	Sí	180 kg/m <sup>3</sup>
AC-negro	Aglomerado negro	No	100 kg/m <sup>3</sup>

**2.2 Microcalorímetro de pirólisis.** Se ha utilizado un Pyrolysis Combustion Flow Calorimetre (PCFC) para determinar el ritmo de liberación de calor (HRR) de muestras de pequeño tamaño. Para ello se fijó la velocidad de calentamiento en el pirolizador a 60°C/min hasta una temperatura máxima de 750°C. La degradación térmica del material se produce en una atmósfera de nitrógeno en el pirolizador. Los gases producidos en dicha pirólisis son arrastrados por una corriente de oxígeno hasta el

combustor, a 900°C, donde combustionan completamente. El ritmo de liberación de calor (HRR) se determina a partir del consumo de oxígeno.

**2.3 Ensayo de radiador.** Se ha utilizado el dispositivo de radiación descrito en la norma española UNE 23.725-90 [5] para medir los tiempos de ignición y la capacidad de autoextinción de la llamas. Las muestras, de superficie de 70 x 70 mm y espesor variable se colocaron en una rejilla metálica a 3 cm por debajo de una fuente de calor de 500 W, que se retiró y se volvió a aplicar después de cada aparición de llama y extinción respectivamente. Los parámetros más importantes determinados fueron el tiempo de la primera ignición, el número de inflamaciones durante los 5 minutos de ensayo y el valor promedio de la duración de la llama tras retirar el radiador.

### 3. Resultados

#### 3.1 Liberación de calor durante la combustión

Se ha determinado el ritmo de liberación de calor (HRR) utilizando el equipo PCFC descrito en la sección 2.2. La Figura 1 muestra las curvas obtenidas para los diferentes tipos de corcho ensayados. Se puede observar que las muestras de corcho natural y de corcho aglomerado claro empiezan a liberar calor a partir de 220°C, mientras que el corcho negro no presenta un valor de HRR de 10 W/g hasta los 314°C. Probablemente esta diferencia de comportamiento está relacionada con la disminución de los componentes más volátiles del corcho aglomerado negro a causa del tratamiento térmico al que ha sido sometido durante su fabricación.

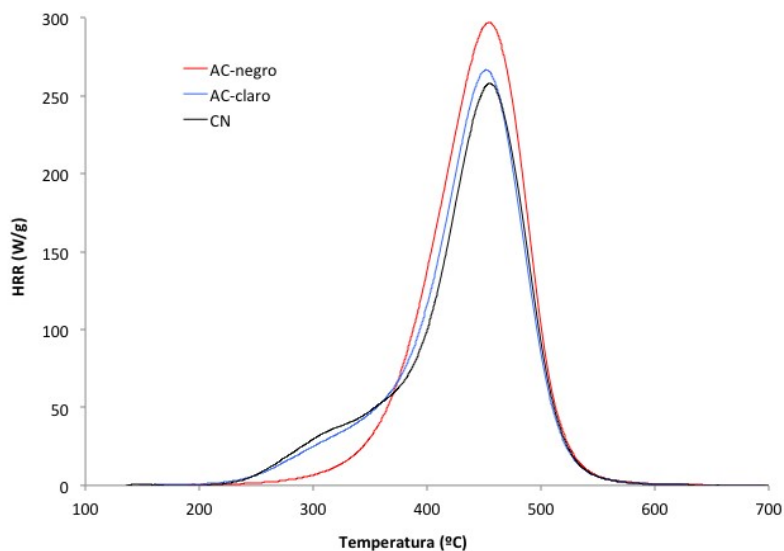


Figura 1. Curvas de ritmo de liberación de calor obtenidas para las diferentes muestras de corcho

Los principales parámetros obtenidos de los ensayos de PCFC son:

- el calor total liberado (HR), calculado como la integral del HRR a lo largo del tiempo.
- la temperatura de inicio de la combustión ( $T_0$ ), aquí considerada como la temperatura cuando el valor de HRR es 10 W / g.

- el valor máximo de HRR (PHRR).
- la temperatura correspondiente al PHRR ( $T_{MAX}$ ).

En la Tabla 2 se muestran estos parámetros para los diferentes tipos de corcho analizados, así como los valores obtenidos en trabajos previos [6] para otros materiales utilizadas como aislantes térmicos en construcción: placas de fibra de madera (WF) y espuma de poliestireno expandido (EPS). Los resultados para las muestras de corcho son muy positivos en comparación con los obtenidos para la espuma de EPS, ya que tanto el PHRR como el calor total liberado se reducen significativamente.

Entre las diferentes muestras de corcho podemos observar un comportamiento muy parecido entre el corcho natural y el aglomerado claro. El corcho aglomerado negro además de las diferencias al inicio de la curva, también presenta un valor más alto del PHRR y un calor total liberado ligeramente superior a los otros casos.

Tabla 2. Resultados del ensayo de PCFC obtenidos para las muestras de corcho, y comparadas con los correspondientes a fibra de madera (WF) y poliestireno expandido (EPS). (\*) Fuente: Palumbo et al. [6].

Muestra	HR (MJ/kg)	$T_0$ (°C)	$T_{MAX}$ (°C)	PHRR (W/g)
CN	25,7	258	455	258,1
AC-claro	26,3	262	451	266,7
AC-negro	28,1	314	455	297,1
WF (*)	9.1	215	457	94.9
EPS (**)	38.7	339	434	631

### 3.2 Tiempo de ignición y capacidad de extinción

En la tabla 3 se resumen los resultados obtenidos para el ensayo descrito en el apartado 2.3. Se muestra el tiempo al que se produce la primera ignición ( $t_{ign}$ ), el número de igniciones registrada en los 5 minutos de ensayo ( $N_i$ ) y la duración promedio de las llamas antes de cada extinción ( $\Delta t$ ). Asimismo se muestra el porcentaje de pérdida de masa ( $M_{loss}$ ) en cada caso.

Tabla 3. Resultados del ensayo de radiación

Muestra	$t_{ign}$ (s)	$N_i$	$\Delta t$ (s)	$M_{loss}$ (%)
CN	7	25	7,9	7,3
AC-claro	7	12	19,8	13,4
AC-negro	5	15	14,9	19,0

Se observa un mejor comportamiento en el corcho natural que en los aglomerados, ya que presenta un gran número de inflamaciones (25) de muy corta duración (7.9 s en promedio). Estos resultados indican una buena capacidad de extinción una vez retirada la fuente de calor. El corcho natural también es el que sufre una menor pérdida de masa durante el ensayo. Los aglomerados de corcho tienen un comportamiento parecido entre ellos, aunque el corcho aglomerado negro presenta ligeramente una mayor tendencia a extinguir la llama. En la Figura 2 se muestran algunas imágenes de

las muestras de corcho antes y después del ensayo. Tal como se aprecia, las placas de aglomerado formadas a base de granulados presentan una estructura menos compacta a la del corcho natural. Esta diferencia es más evidente en el aglomerado claro, que además presenta una estructura más rugosa. Ello da lugar a cavidades que permiten una combustión más efectiva por la presencia de oxígeno.



Figura 2. Imágenes de las muestras antes y después del ensayo de radiación

#### 4. Conclusiones

El corcho es un material combustible y es necesario conocer su reacción al fuego a la hora de utilizarlo en construcción. Presenta unos valores de calor total y de pico máximo de liberación de calor superiores a los aislantes de fibra de madera, pero se encuentran por debajo de los valores de espumas de plásticos como el EPS. Por otro lado, las diferentes muestras de corcho presentan un comportamiento similar a otros materiales lignocelulósicos, como la madera, con tendencia a formar una capa carbonizada durante la combustión. Este fenómeno de carbonización ralentiza el avance de la temperatura y las llamas en caso de incendio y protege el material consiguiendo que al retirar la fuente de ignición el corcho tenga cierta capacidad de autoextinción.

La comparación de diferentes tipos de corchos indica que, en función de los aglutinantes, la estructura interna del material y del proceso de fabricación al que hayan sido sometidos, se producen variaciones en su comportamiento frente a la temperatura.

#### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto BIA2017-88401-R (AEI/FEDER, UE). Los autores agradecen al Gobierno catalán por el reconocimiento de calidad otorgado al grupo de investigación GICITED (2017 SGR 1758).

## Referencias

- (1) Knapic, S.; Oliveira, V.; Machado, J. S.; Pereira, H. Cork as a building material: a review. *European Journal of Wood and Wood Product* 2016, 74(6), 775-791.
- (2) Zabalza Bribián I; Usón A.A.; Scarpellini S. Life cycle assessment of building materials: comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement potential. *Building and Environment* 2011, 46, 1133–1140.
- (3) Lacasta, A. M.; Haurie L. Toxicidad. *Estudio sobre la problemática generada por la propagación de incendios en fachadas de edificios 2019*, 61-72. J. Sans Ed., Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya. <https://www.eic.cat/gfe/docs/21303.pdf>
- (4) Fernandes, E. M.; Correlo, V. M.; Chagas, J. A.; Mano, J. F.; Reis, R. L. Properties of new cork–polymer composites: advantages and drawbacks as compared with commercially available fibreboard materials. *Composite structures* 2011, 93(12), 3120-3129.
- (5) AENOR. (1990). UNE 23-725 - Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción - Ensayos de goteo aplicable a los materiales fusibles.
- (6) Palumbo, M., Lacasta, A. M., Navarro, A., Giraldo, M. P., Lesar, B. (2017) Improvement of fire reaction and mould growth resistance of a new bio-based thermal insulation material. *Construction and Building Materials*, 139, 531-539.