

## Resistencia al fuego

ARPRO es un material muy versátil con una amplia gama de aplicaciones (automoción, construcción, climatización, mobiliario, juguetes, etc.) y su resistencia al fuego es una propiedad importante para algunas de ellas.

A continuación, se muestra la información técnica relativa a la resistencia al fuego:

1. Características de ARPRO Negro en comparación con ARPRO FR
2. Velocidad de incineración y clase de reacción al fuego de ARPRO en diferentes aplicaciones:
  - A. Automoción: ISO 3795
  - B. Componentes electrónicos:
    - i. UL 94 (ISO 9772)
    - ii. Índice de inflamabilidad con hilo incandescente (Glow wire flammability index)
    - iii. Prueba de llama de aguja
  - C. Edificios: Euroclases
  - D. Aeronaves: CS 25
  - E. Juguetes: ISO 8124-2
3. Calor efectivo de combustión de ARPRO
4. Toxicidad del humo generado por ARPRO

**Nota:** Para obtener más información sobre los datos presentados o sobre cualquier aspecto del rendimiento de ARPRO, póngase en [contacto](#) con su representante de ventas.

## 1. Características de ARPRO Negro en comparación con ARPRO FR

ARPRO Negro	ARPRO 4135 FR
No autoextinguible	Autoextinguible
Un aumento de la densidad de la pieza de ARPRO o de su grosor reducirá la velocidad de incineración.	Una reducción del grosor de la pieza de ARPRO hará que la llama se detenga de un modo más rápido.

ARPRO 4135 FR es una clase retardante del fuego, sin componentes halogenados, de acuerdo con lo establecido en la norma UL 746 H.

## 2. Velocidad de incineración y clase de reacción al fuego de ARPRO en diferentes aplicaciones

Los requisitos de las normas sobre inflamabilidad de materiales varían de una aplicación a otra. Las pruebas son diferentes en términos de ignición, procedimientos de test, forma y tamaño de las muestras y parámetros registrados. Por lo tanto, es posible que se necesiten varias normas para una aplicación. Además, el rendimiento de la llama también depende del grosor y la densidad de ARPRO.

### A. Automoción: ISO 3795 (FMVSS 302)

Esta norma internacional especifica un método para determinar la velocidad de incineración horizontal de los materiales utilizados en el habitáculo de los vehículos de carretera. Este método permite comprobar materiales y piezas de los equipos interiores del vehículo de forma individual o combinada, con un grosor máximo de hasta 13mm.

**Método de prueba:** ISO 3795. Se montan cinco muestras de 356 x 100 x 12.5mm horizontalmente en un soporte con forma de U y se exponen a la acción de una llama de energía baja bien definida durante 15 segundos en una cámara de combustión. La llama se aplica en el extremo libre de las muestras. La prueba determina si la llama se extingue y en qué momento, o el momento en el que la llama supera una distancia determinada, generando una velocidad de incineración expresada en mm/minuto. La densidad comprobada para ARPRO negro es de 25 a 200g/l y el grosor de la muestra es de 12.5mm, sin superficie moldeada.

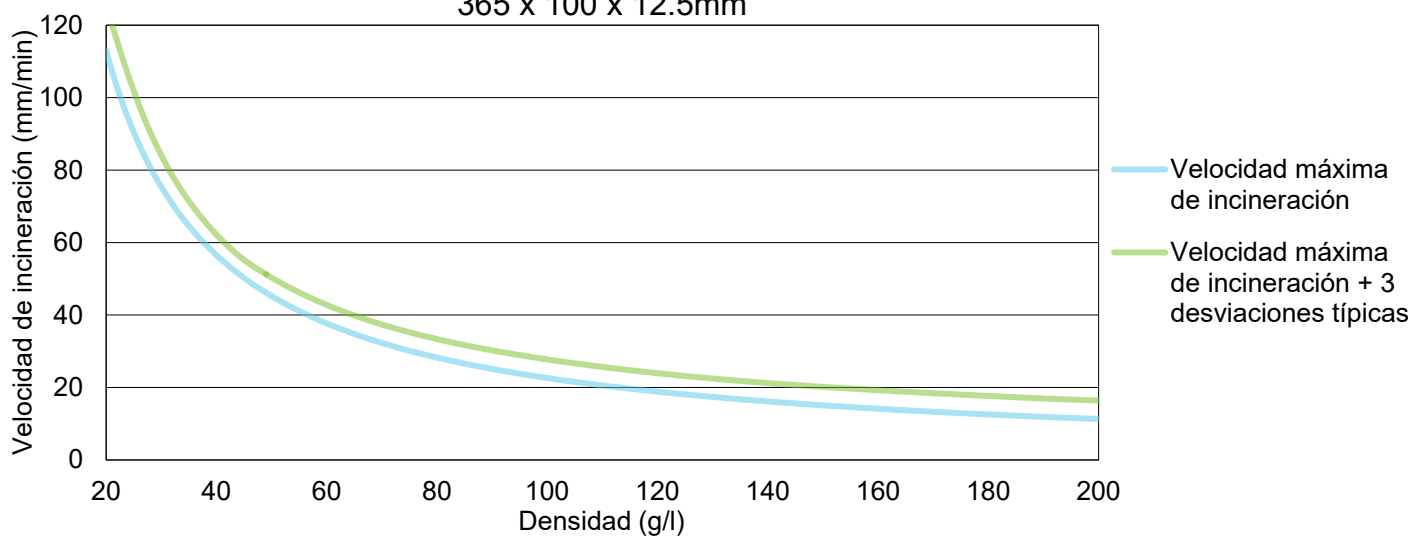
**Resultados de la prueba:** Relación entre la velocidad de incineración y la densidad.

Para superar las especificaciones de velocidad de incineración (puntos posteriores), recomendamos tener en cuenta una velocidad de incineración máxima + 3 desviaciones típicas (curva de color verde claro en el gráfico). ARPRO cumple los siguientes criterios de velocidad de incineración con un grosor de 12.5mm y a partir de la densidad mínima indicada a continuación:

- Velocidad máxima de incineración < 100mm/min: la densidad mínima para cumplir estos criterios es de 25g/l.
- Velocidad máxima de incineración < 80mm/min: la densidad mínima para cumplir estos criterios es de 32g/l.

Las variaciones en el proceso de moldeo se deben tener en cuenta para garantizar la obtención de la densidad mínima recomendada para cualquier pieza moldeada.

Relación entre la velocidad de incineración y la densidad - ISO 3795  
365 x 100 x 12.5mm

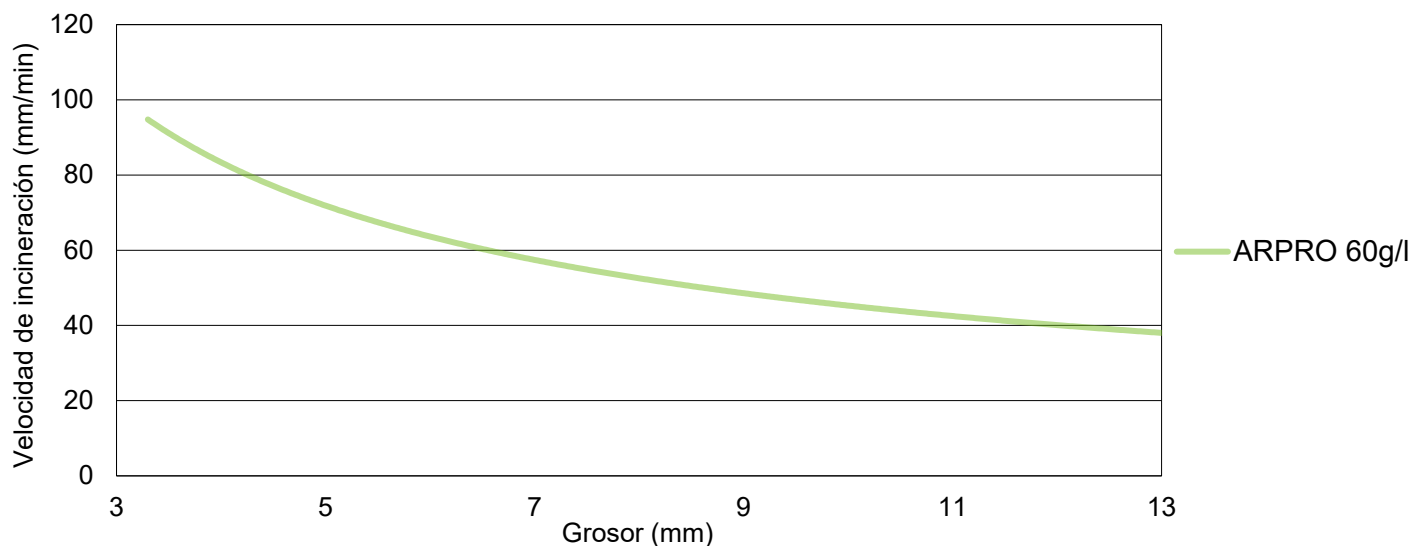


Velocidad máxima de incineración + 3 desviaciones típicas, incluyendo la variación de la prueba.

**Resultados de la prueba:** relación entre la velocidad de incineración y el grosor.

Un aumento de la densidad de la pieza de ARPRO o de su grosor reducirá la velocidad de incineración, ya que hay más material para consumir.

Relación entre la velocidad de incineración y el grosor - ISO 3795



## B. Componentes electrónicos:

### i. UL 94 (ISO 9772)

En el apartado 12 de la norma UL 94 se describe un procedimiento de prueba de incineración con orientación horizontal y una pequeña escala para la comparación de la velocidad relativa de incineración, el alcance de la incineración y el tiempo de incineración de materiales poliméricos con un densidad inferior a 250g/l. El apartado 12 de la norma UL 94 es equivalente a lo indicado en la norma ISO 9772.

Desde el nivel más bajo (menos retardante del fuego) hasta el más alto (más retardante del fuego), se aplica el siguiente sistema de clasificación:

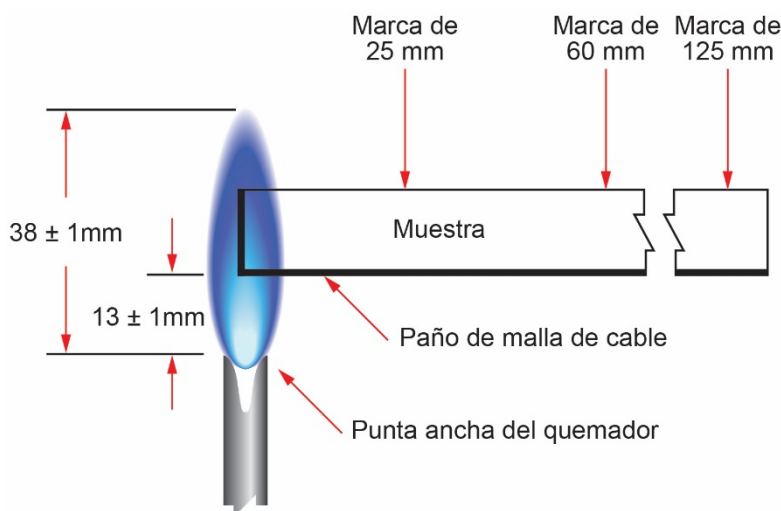
- HBF: ninguna muestra con una velocidad de incineración superior a 40mm/minuto para un intervalo de 100mm, O todas las muestras finalizan su incineración antes de que las llamas o la incandescencia alcance la marca de 125mm.
- HF-1 y HF-2:

Criterios	HF-1	HF-2
Tiempo posterior a la llama	4/5 muestras son $\leq 2s$ 1/5 muestras son $\leq 10s$	4/5 muestras son $\leq 2s$ 1/5 muestras son $\leq 10s$
Tiempo posterior a la llama para cada muestra individual	$\leq 30s$	$\leq 30s$
Indicador de algodón encendido por la acción de las partículas o gotas candentes	No	Sí
Longitud dañada para cada muestra individual	$< 60mm$	$< 60mm$

**Método de prueba:** las muestras de prueba estándar miden  $150 \pm 5mm$  de largo por  $50 \pm 1mm$  de ancho, en los grosores mínimos y máximos, que abarcan el rango de grosor que se debe considerar. Las muestras analizadas por este método están limitadas a un grosor máximo de 13mm. La llama se produce por medio de un quemador de punta de ala con un tamaño de 48mm de largo por 1.3mm de ancho. La llama se ajusta a 20mm de altura.

La llama se aplica durante 60 segundos al borde de la muestra. Para clasificar el material, se registran la distancia y la velocidad de combustión.

La imagen que aparece a continuación muestra la configuración del aparato utilizado para la realización de comprobaciones horizontales UL94.



Versión 04

**Resultados de la prueba:** ARPRO Negro.

Las densidades comprobadas para ARPRO Negro son de entre 55g/l y 140g/l (grosor mínimo: 8mm)

**Resultados de la prueba:** ARPRO 4135 FR = HF-1.

Las densidades comprobadas para ARPRO 4135 FR son de entre 20g/l y 60g/l (grosor mínimo: 3mm)

ii. **Índice de inflamabilidad de ARPRO con hilo incandescente: IEC 60695-2-12 (GWFI), IEC 60695-2-13 (GWIT)**

El índice de inflamabilidad con hilo incandescente (GWFI) y la temperatura de ignición con hilo incandescente (GWIT) permiten comparar las temperaturas a las que se produce la ignición de los materiales. El aparato simula el efecto del calor que pueden desprender los componentes eléctricos.

**Método de prueba:** el método de prueba habitual y el aparato se describen en la norma CEI 60695-2-10.

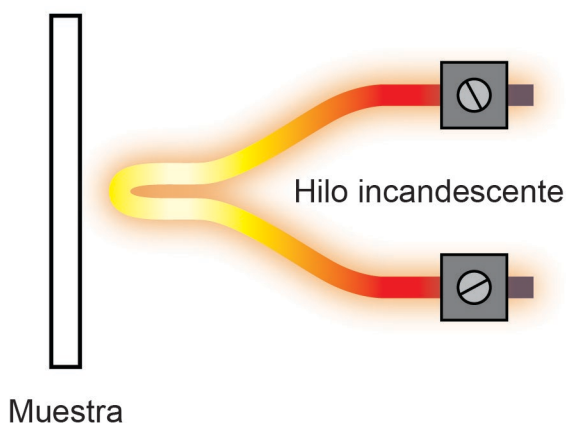
La CEI (Comisión Electrotécnica Internacional) es el organismo de evaluación de normas internacionales y conformidad para todos los campos relacionados con la electrotecnología.

El hilo incandescente se calienta a una temperatura específica. La muestra de prueba se mantiene durante 30 segundos contra el hilo incandescente. Se coloca algodón debajo de la muestra para determinar los efectos de las gotas candentes. El índice de inflamabilidad con hilo incandescente (GWFI) es la temperatura más alta que cumple una de las siguientes condiciones:

- No hay llama ni incandescencia (sin ignición).
- La incineración/incandescencia se produce menos de 30 segundos después de la retirada del hilo incandescente y no hay ignición del algodón.

La temperatura de ignición con hilo incandescente (GWIT) se ajusta 25°C por encima de la temperatura máxima a la que el hilo incandescente no provoca la incineración del material durante más de 5 segundos a lo largo de tres pruebas.

Para la determinación de GWFI y GWIT, se realizan tres pruebas.



**Resultados de la prueba:** ARPRO Negro – Efecto sobre la densidad:

ARPRO Negro 3mm	Densidad comprobada 60g/l	Densidad comprobada 80g/l	Densidad comprobada 130g/l
GWFI (°C)	825	800	800
GWIT (°C)	850	n/a	n/a

Versión 04

Esta información se suministra a los clientes para su comodidad y refleja los resultados de las pruebas internas llevadas a cabo con las muestras de ARPRO. Aunque se han tomado todas las precauciones razonables para asegurar la precisión de la información en la fecha de edición, JSP no puede asumir la responsabilidad de que toda la información recogida en esta página sea correcta, exacta, fiable o completa. ARPRO es una marca comercial registrada.

**Resultados de la prueba:** Efecto en la clases de ARPRO y su grosor:

Grosor	3mm	15mm	30mm
ARPRO Negro 60g/l			
GWFI (°C)	825	750	775
GWIT (°C)	850	775	800
ARPRO 4135 FR 60g/l			
GWFI (°C)	700	960	n/d
GWIT (°C)	725	960	n/d
ARPRO 5135 ESDP 60g/l			
GWFI (°C)	n/d	675	n/d
GWIT (°C)	n/d	700	n/d

### iii. Prueba de llama de aguja: IEC 60695-11-5

Esta prueba se lleva a cabo para determinar si una llama pequeña, que puede provenir de otros componentes tras su ignición, provocará la ignición del material o si el material presentará una incineración limitada sin propagación del fuego.

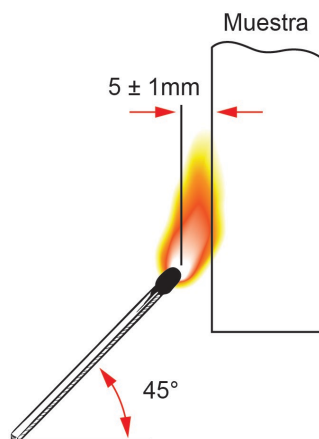
El tiempo de aplicación de la llama y los criterios de aceptación (duración de la incineración) depende de la especificación individual del producto.

Se aplica una llama de 12mm durante 5, 10, 20, 30, 60 o 120 segundos, de acuerdo con la especificación del producto, sobre una superficie representativa de la muestra. Se coloca un tejido de embalaje (papel de embalaje ligero y fuerte de entre 12g/m<sup>2</sup> y 30g/m<sup>2</sup>) 200mm por debajo de la muestra. Se comprueban 3 muestras de prueba, representativas de la aplicación final.

La duración de la incineración indica el intervalo de tiempo transcurrido entre el momento en el que la llama de la prueba se retira de la muestra de prueba, hasta que se extingan las últimas llamas y la incandescencia de la muestra de prueba, de la capa especificada y/o de las zonas adyacentes deje de ser visible.

**Criterios:** Para superar la prueba se deberá cumplir uno de los siguientes criterios:

- Que no se produzca llama ni resplandor en la muestra y que no haya ignición en el tejido de envoltura.
- Que las llamas o el resplandor se extingan en los 30 segundos posteriores a la retirada de la llama y que no haya ignición en el tejido de envoltura.



**Resultados de la prueba:** ARPRO 4135 FR de 60g/l, con una llama aplicada durante 30 segundos:

Grosor de la muestra (mm)	6	50
Duración de la incineración (segundos)	0	0

**Resultados de la prueba:** ARPRO Negro de 80g/l, con una llama aplicada durante 30 segundos:

Grosor de la muestra (mm)	10	50
Duración de la incineración (segundos)	0	0

El ARPRO Negro de 60g/l, con un grosor de entre 10 y 50mm, arde completamente con una duración de más de 30 segundos.

## C. Edificios: Euroclases EN 13501-1

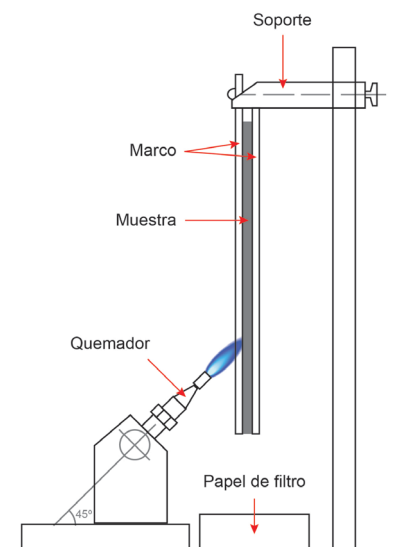
EN 13501-1 es la norma europea de construcción que define la inflamabilidad de los materiales de construcción y la resistencia al fuego de los elementos de construcción.

Las posibles clasificaciones para la norma EN 13501-1 son:

- Euroclase F: sin criterios de rendimiento.
- Euroclase E: reacción al fuego aceptable ante el ataque de una llama pequeña durante un corto periodo de tiempo.
- Euroclase D: los productos cumplen los criterios para la clase E y son capaces de resistir, durante un periodo de tiempo más largo, el ataque de una llama pequeña sin una propagación importante de la llama. Además, también pueden soportar un ataque térmico de un único elemento candente con una liberación de calor limitada y suficientemente retardada.
- Euroclase C: los productos cumplen los criterios para la clase D y, en caso de ataque térmico de un único elemento candente, ofrecen una propagación lateral limitada de la llama.
- Euroclase B: los productos cumplen los criterios para la clase C y otros requisitos más estrictos en relación con la velocidad de crecimiento del fuego (FIGRA) y la liberación total de calor (THR).
- Euroclase A2: los productos cumplen los criterios para la clase B. Además, en condiciones de fuego totalmente desarrollado, estos productos no contribuirán significativamente a la carga del fuego ni a su crecimiento.
- Euroclase A1: los materiales se consideran incombustibles.

En función del nivel de la clase, se han llevado a cabo diferentes pruebas. Los subíndices «s» y «d» son clasificaciones para la evolución del humo y goteo.

**Método de prueba:** prueba de ignición ISO 11925-2 con una llama pequeña. La prueba se realiza en el interior de una cámara de prueba en la que se monta una muestra de prueba en vertical. La muestra de prueba se somete a una exposición en sus bordes y/o superficie a una llama de gas. Durante la prueba, se registra el tiempo de ignición, las gotas candentes y si las llamas llegan a la marca superior de la muestra de prueba dentro de un periodo de tiempo establecido. Para la clasificación E o F, la prueba consiste en la aplicación de una llama durante 15 segundos. Para la clasificación E, no se producirá ninguna propagación de la llama superior a 150 mm en vertical desde el punto de aplicación de la llama de prueba durante los 20 segundos posteriores al momento de la aplicación. Para la clasificación F, el producto no obtiene la clasificación E cuando se comprueba de acuerdo con lo establecido en la norma EN ISO 11925-2.



Para las clases E y F, solo se requiere realizar la prueba de ignición con una llama pequeña. Para las clases

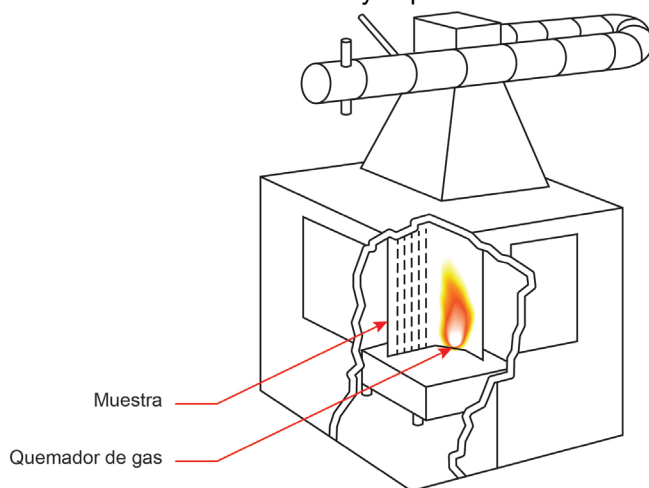
Versión 04



A1, A2, B, C y D, es necesario realizar la prueba de la norma EN 13823.

**EN 13823:** Elemento candente pequeño.

La prueba del elemento candente pequeño de acuerdo con lo establecido en la norma EN 13823 consiste en encender un fuego en la esquina de dos placas (1500 x 1000mm y 1500 x 495mm) montadas en ángulo recto. Un quemador de gas con una tasa de liberación de calor de 30 kW se sitúa en la esquina durante la prueba. El tiempo de duración de la prueba es de 21 minutos. Los gases derivados de la combustión se recogen con una campana, donde se mide la tasa de liberación de calor y la producción de humo.



**Resultados de la prueba: ARPRO Negro:**

Grosor de la muestra (mm)	Densidad comprobada (g/l)				
	20	30	45	60	120
10	F	F	F	E	E
15	F	F	F	E	E
20	F	E	E	E	E
30	F	E	E	E	E
60	E	E	E	E	E

**Resultados de la prueba: ARPRO Blanco:**

Grosor de la muestra (mm)	Densidad comprobada 70g/l
10	E

**Resultados de la prueba: ARPRO 4135 FR**

Grosor de la muestra (mm)	Densidad comprobada 40g/l	Densidad comprobada 60g/l
10	D s1 d0	D s1 d0
15	No comprobado	D s2 d0
30	No comprobado	D s2 d1 caducó en 2014
50	E	E

Versión 04

Esta información se suministra a los clientes para su comodidad y refleja los resultados de las pruebas internas llevadas a cabo con las muestras de ARPRO. Aunque se han tomado todas las precauciones razonables para asegurar la precisión de la información en la fecha de edición, JSP no puede asumir la responsabilidad de que toda la información recogida en esta página sea correcta, exacta, fiable o completa. ARPRO es una marca comercial registrada.

## D. Aeronaves: especificación de certificación CS25 para aeronaves grandes

Esta especificación de certificación especifica un método para determinar el comportamiento de incineración vertical de los materiales utilizados en los compartimentos interiores ocupados por la tripulación o los pasajeros, además de los requisitos correspondientes.

**Método de prueba:** CS25.853, anexo F, parte I (b). Se montan tres muestras en vertical en un bastidor metálico y el borde inferior de las muestras, representativo de la sección transversal real del material o de la pieza tal como aparece instalada en la aeronave, se expone a la acción de una llama calibrada durante un tiempo determinado, dependiendo de la aplicación de las piezas. La prueba determina la longitud media de incineración, el tiempo medio de la llama tras retirar la fuente de la llama y el tiempo de extinción de goteo.

### CS25.853 Anexo F Parte I (a) (1) (ii) – 12 segundos de incineración vertical

**Resultados de la prueba:** ARPRO 4135 FR.

Llama aplicada durante 12 segundos. ARPRO 4135 FR cumple los criterios de CS25.853, anexo F, parte I (a) (1) (ii), con un grosor de 13mm y una densidad de 40 y 60g/l.

Criterios de la prueba	Requisito	Densidad comprobada 40g/l	Densidad comprobada 60g/l
Longitud de incineración (cm)	20 máx.	6	6
Tiempo posterior a la llama (s)	15 máx.	0	0
Tiempo de extinción del goteo	5 máx.	0	0

### CS25.853 Anexo F Parte I (a) (1) (i) – 60 segundos de incineración vertical

**Resultados de la prueba:** ARPRO 4135 FR.

Llama aplicada durante 60 segundos. ARPRO 4135 FR cumple los criterios de CS25.853, anexo F, parte I (a) (1) (i), con un grosor de 13mm y una densidad de 40 y 60g/l

Criterios de la prueba	Requisito	Densidad comprobada 40g/l	Densidad comprobada 60g/l
Longitud de incineración (cm)	15 máx.	13	5
Tiempo posterior a la llama (s)	15 máx.	0	0
Tiempo de extinción del goteo	3 máx.	0	0

## E. Juguetes: ISO 8124-2

**Método de prueba:** Las pruebas se llevan a cabo en una cámara de inflamabilidad específica después del preacondicionamiento en un entorno a una temperatura de  $20 \pm 5^\circ\text{C}$  y una humedad relativa del  $65 \pm 5\%$  durante al menos siete horas. Se aplica una llama de 50mm durante 5 segundos a un bloque de ARPRO moldeado, colocado horizontalmente. Tras retirar la llama, se registra el tiempo que continúa quemándose.

Clase	Resultado
ARPRO 5135	Apto
ARPRO 4133	Apto
ARPRO 3133	Apto
ARPRO 1133 Blueberry	Apto
ARPRO 1133 Dragon Fruit	Apto
ARPRO 1133 Orange	Apto
ARPRO 1133 Lemon	Apto
ARPRO 1133 Lime	Apto

\* Pruebas realizadas por un laboratorio acreditado en bloques de ARPRO de 400 x 300 x 80mm, con superficie moldeada.

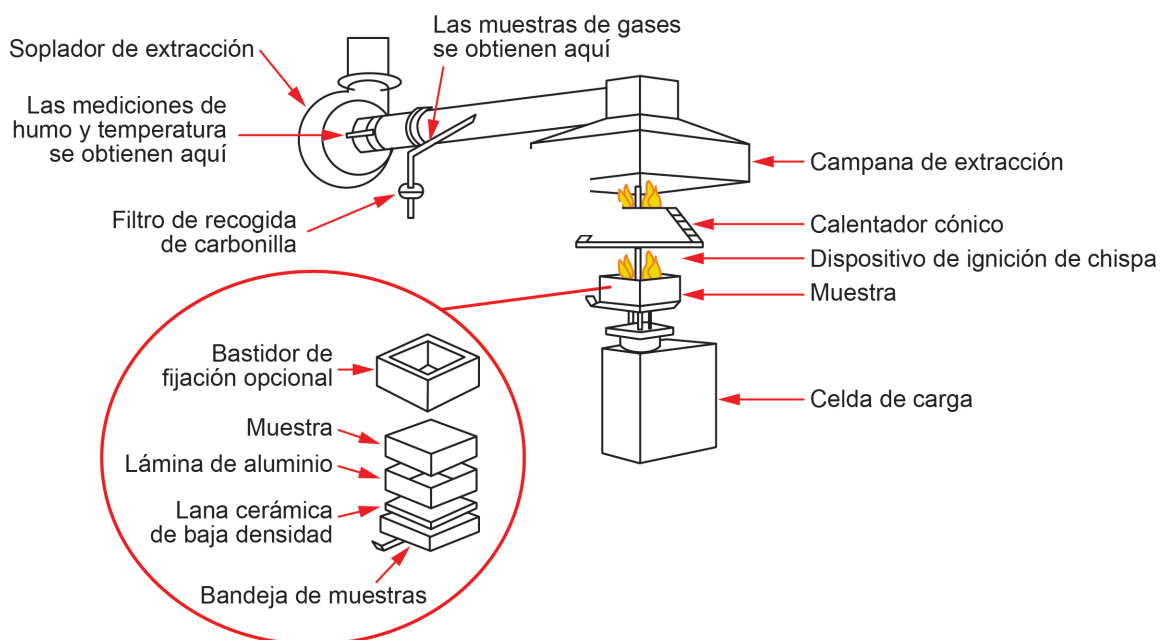
### 3. Calor efectivo de combustión de ARPRO: ISO 5660-1

La norma ISO 5660-1 especifica un método para evaluar la tasa de liberación de calor de una muestra expuesta con una orientación horizontal a niveles controlados de irradiancia con un dispositivo de ignición externo. La tasa de liberación de calor se determina midiendo el consumo de oxígeno derivado de la concentración de oxígeno y el caudal de la corriente del producto de combustión. En esta prueba también se mide el tiempo transcurrido hasta la ignición (llama mantenida).

**Método de prueba:** se utilizan muestras de 100x100x25mm. La superficie de la muestra de prueba se expone a un nivel constante de radiación térmica, dentro de un intervalo de 0-100kW/m<sup>2</sup>, desde un calentador cónico. La ignición de los gases volátiles de la muestra calentada se realiza con un dispositivo de ignición de chispa eléctrica.

Otros parámetros:

- Nivel de radiación: 35kW/m<sup>2</sup>
- Se han analizado tres muestras de prueba para cada densidad



**Resultados de la prueba:** ARPRO Negro.

Las densidades comprobadas para ARPRO Negro son 50 y 70g/l, con 3 muestras de prueba comprobadas para cada una.

	ARPRO Negro 50g/l	ARPRO Negro 70g/l
Calor efectivo medio de combustión – MJ/kg	39	40

**Resultados de la prueba:** ARPRO 4135 FR.

La densidad comprobada para ARPRO 4135 FR es 60g/l, con tres muestras de prueba comprobadas.

	ARPRO 4135 FR 60g/l
Calor efectivo medio de combustión – MJ/kg	34

Versión 04

Esta información se suministra a los clientes para su comodidad y refleja los resultados de las pruebas internas llevadas a cabo con las muestras de ARPRO. Aunque se han tomado todas las precauciones razonables para asegurar la precisión de la información en la fecha de edición, JSP no puede asumir la responsabilidad de que toda la información recogida en esta página sea correcta, exacta, fiable o completa. ARPRO es una marca comercial registrada.

#### 4. Toxicidad del humo generado por ARPRO: ISO 5660-1

Durante su combustión, ARPRO emite gases. El análisis de los gases emitidos durante la combustión permite determinar si el humo producido es tóxico o no.

**Método de prueba:** ISO 5660-1. como en el punto 3, la superficie de la muestra de prueba se expone a un nivel constante de irradiancia de calor, dentro de un intervalo de 0 - 100kW/m<sup>2</sup>, desde un calentador cónico. La ignición de los gases volátiles de la muestra calentada se realiza con un dispositivo de ignición de chispa eléctrica. Otros parámetros incluyen un nivel de irradiancia de 35kW/m<sup>2</sup> y muestras de prueba con unas dimensiones de 100 x 100 x 25mm, con un análisis adicional realizado por IRFT (Infra-Red Fourier Transform) de los gases emitidos por ARPRO durante la combustión. Las densidades comprobadas para ARPRO Negro son 70g/l, y para ARPRO Blanco, 70g/l.

**Resultados de la prueba:** se han detectado los siguientes gases en el nivel descrito:

	ARPRO Negro 70g/l	ARPRO Blanco 70g/l
CO (kg/kg)	0.029	0.027
CO <sub>2</sub> (kg/kg)	2.45	2.55

Los siguientes gases no se han detectado:

Gas	Límite de detección (ppm)
NO Óxido nítrico	2.22
NO <sub>2</sub> Dióxido de nitrógeno	1.97
NH <sub>3</sub> Amoniaco	1.75
N <sub>2</sub> O Óxido nitroso	0.53
SO <sub>2</sub> Dióxido de azufre	1.12
HCN Cianuro de hidrógeno	1.42
HCOH Formaldehído (metanol)	7.00
HCL Ácido clorhídrico	1.54
CH <sub>4</sub> Metano	4.75
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Acetileno (etino)	5.28
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Etileno (etano)	21.13