

Las propiedades de resistencia térmica de ARPRO pueden ser fundamentales en función de la aplicación.

A continuación, se indica la información técnica analizada en este documento:

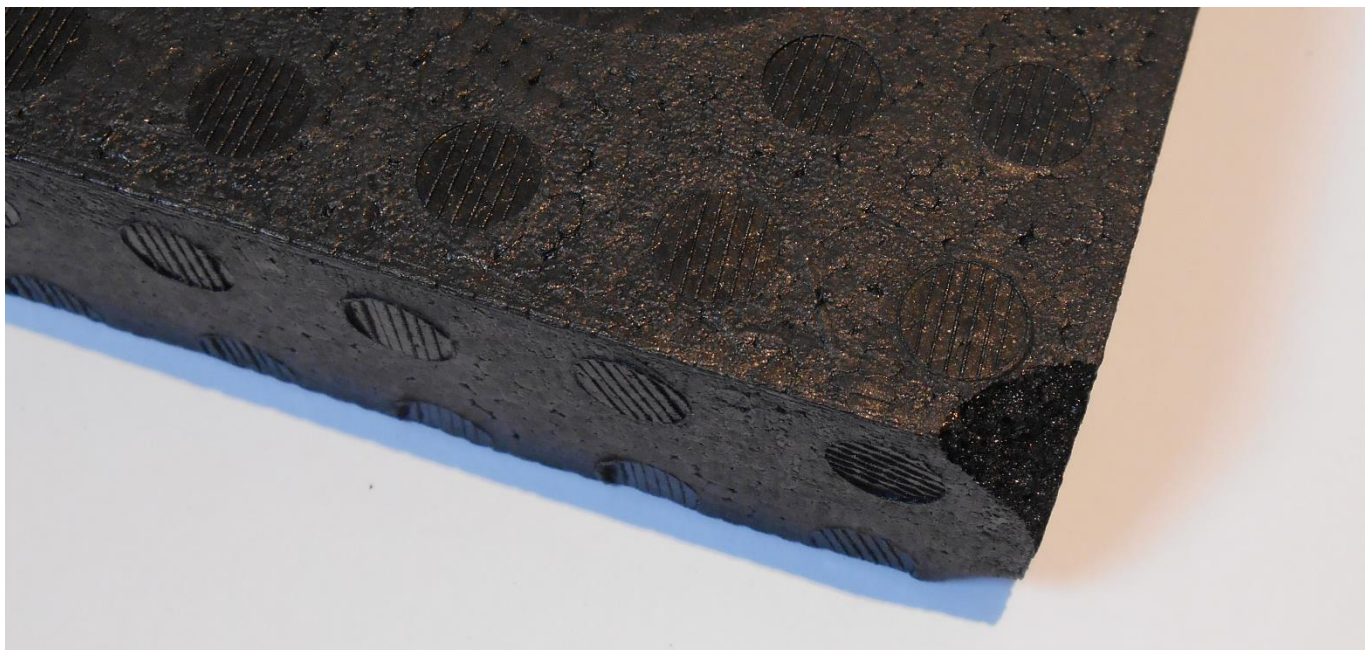
1. Vida útil prevista de ARPRO – degradación estética
2. Vida útil prevista de ARPRO – degradación del rendimiento
3. Cambio en las propiedades mecánicas debido al envejecimiento
4. Cambio en las propiedades mecánicas debido al uso
5. Cambios en las dimensiones de las piezas moldeadas debido al envejecimiento
6. Cambios en las dimensiones de las piezas moldeadas debido al uso
7. Aislamiento térmico

## 1. Vida útil prevista de ARPRO – degradación estética

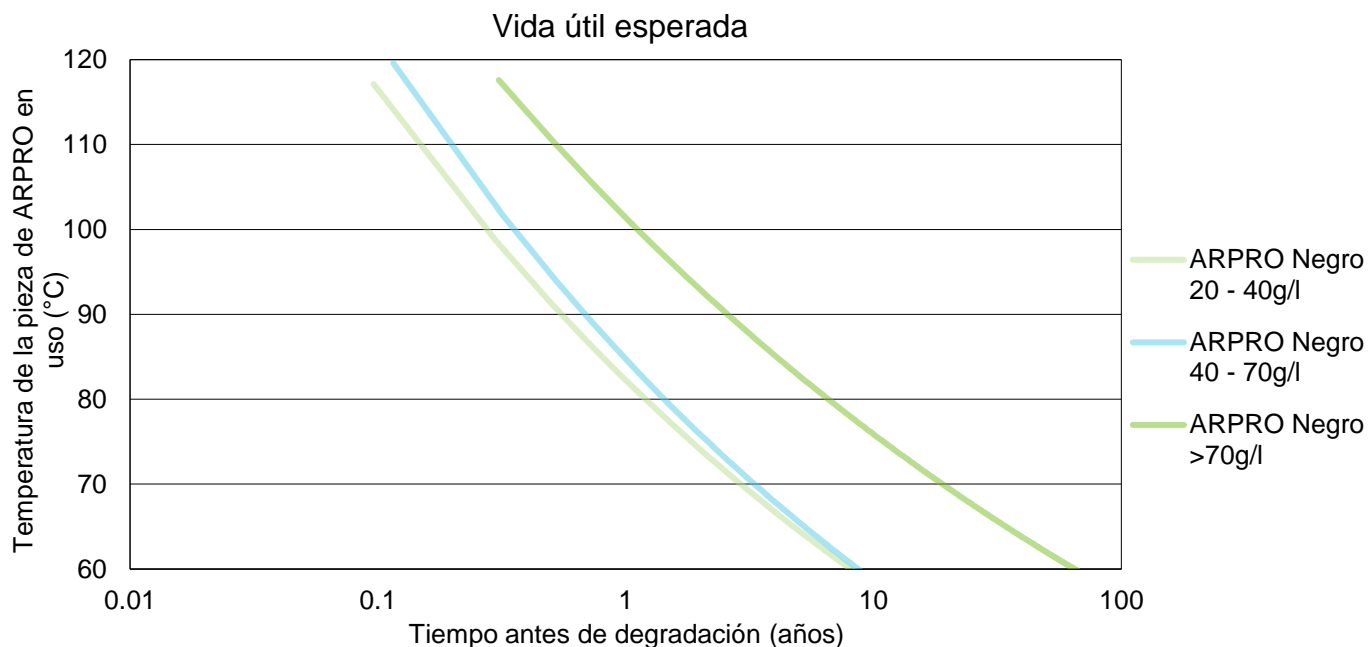
La «vida útil prevista de ARPRO» está relacionada con la temperatura absoluta, la duración de la temperatura aplicada de forma continua y la densidad moldeada de la aplicación. Los datos de este documento ofrecerán una indicación de cuál es el rendimiento de ARPRO cuando se le aplican temperaturas de forma continua. Los gráficos de este apartado ilustran dónde aparecerán los primeros signos de degradación (a diferentes temperaturas, sin ningún estrés sobre la pieza).

**Método de prueba:** las piezas moldeadas de ARPRO se exponen en un horno seco a diferentes temperaturas, entre 85°C y 120°C. La recopilación de datos se detiene cuando se observa el primer signo de degradación (por ejemplo, empolvado o rotura de las cadenas poliméricas). Las densidades comprobadas para ARPRO Negro son entre 20g/l y 100g/l.

**Criterios:** los primeros signos de degradación se dan cuando la muestra ofrece un aspecto empolvado. Esto proporciona un punto de datos que permite el cálculo de la vida útil a esa temperatura determinada. Normalmente, el empolvado se inicia en las esquinas y bordes de la pieza moldeada (véase la imagen). Cuando aparecen los signos de la degradación, las piezas de ARPRO se retiran del horno seco. Mientras no se produzca el empolvado, no habrá ninguna reducción de las propiedades físicas.



El gráfico posterior indica la duración esperada antes de que aparezcan los primeros signos de degradación a diferentes temperaturas, sin ningún estrés sobre la pieza.



Para poder utilizar las curvas, es necesario conocer la vida útil mínima prevista o la temperatura funcional media. Por ejemplo, si la aplicación tiene una vida útil de 10 años, ARPRO se puede utilizar cuando la temperatura funcional continua sea igual o inferior a 60°C. Si la aplicación debe soportar un perfil de temperaturas (con temperaturas variables o cambios entre las temperaturas de verano e invierno), la temperatura media también se debería utilizar como referencia para obtener la vida útil prevista.

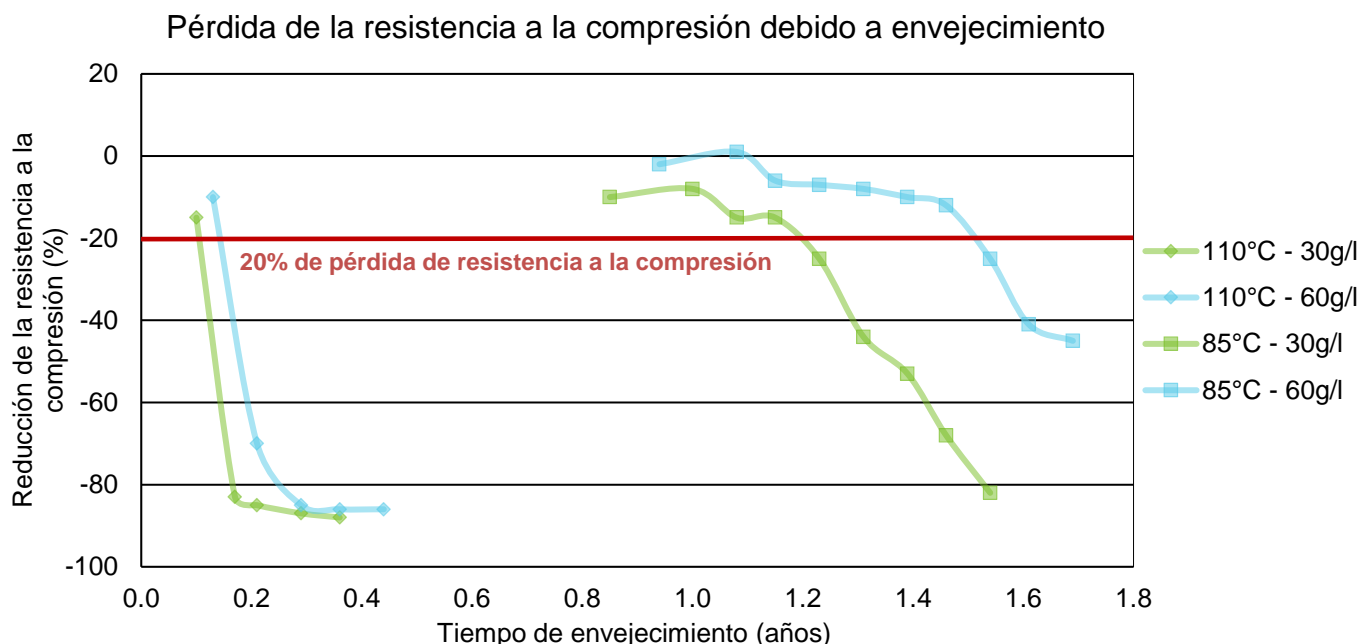
Notas: estos son algunos factores acelerantes que pueden provocar una reducción de la vida útil.

- Exposición a radiación UV (póngase en contacto con nosotros para obtener más información acerca del «método de revestimiento»).
- Contacto directo con piezas de cobre, dependiendo de la temperatura de uso. El efecto del cobre sobre la degradación de ARPRO es de 3 a 6 veces más rápido con temperaturas superiores a 100°C, pero prácticamente insignificante con temperaturas inferiores a 80°C. Para evitar el contacto entre ARPRO y el cobre, se pueden aplicar las siguientes soluciones:
  - Capa de aire.
  - Otro material utilizado como capa de protección (por ejemplo, lámina de aluminio).
  - Cobre pintado con pintura epoxi.

## 2. Vida útil prevista de ARPRO – degradación del rendimiento

La pulverización no siempre es el "criterio de falla" correcto según la aplicación (visible o no), ya que las propiedades mecánicas aún no se ven afectadas al momento de su aparición. La pérdida de resistencia a la compresión depende del tiempo y la temperatura (el punto inicial de cada curva proviene del gráfico «Vida útil esperada», en el apartado 1). Con temperaturas más bajas, la degradación es mucho menor que con temperaturas más altas.

**Método de prueba:** las piezas moldeadas de ARPRO se exponen en un horno seco a temperaturas de 85°C y 110°C. Una vez que aparecen los primeros signos de degradación estética (véase el apartado 1), la resistencia a la compresión de las piezas moldeadas de ARPRO se controla con regularidad. Se suele considerar que el rendimiento de las piezas moldeadas de ARPRO está en situación de riesgo cuando la pérdida de resistencia a la compresión es superior al 20%. Las densidades comprobadas para ARPRO Negro fueron 30g/l y 60g/l.



**Explicación de los resultados de la prueba:** con una temperatura constante de 110°C, el material ARPRO a 30g/l y 60g/l empezará a degradarse y perder rendimiento después de dos meses. Con una temperatura constante de 85°C, el material ARPRO a 30g/l perderá el 20% de su resistencia inicial a la compresión después de 15 meses. En el caso de ARPRO a 60g/l, esta degradación se alcanzará después de 18 meses.

### 3. Cambio en las propiedades mecánicas debido al envejecimiento

La exposición al calor produce un ablandamiento de ARPRO, lo que puede modificar las propiedades mecánicas del material de forma irreversible a lo largo de un periodo de tiempo prolongado. No obstante, una vez que la temperatura vuelve a ser la temperatura ambiente, el envejecimiento se detiene.

**Método de prueba:** la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción se miden antes y después del envejecimiento. Se cortan muestras de bloques de 400 x 300 x 80mm y se envejecen a 110°C durante 10 días, o a 130°C durante 5 días, de acuerdo con lo establecido en la norma ISO 2440. Densidad comprobada para ARPRO Negro 60g/l.

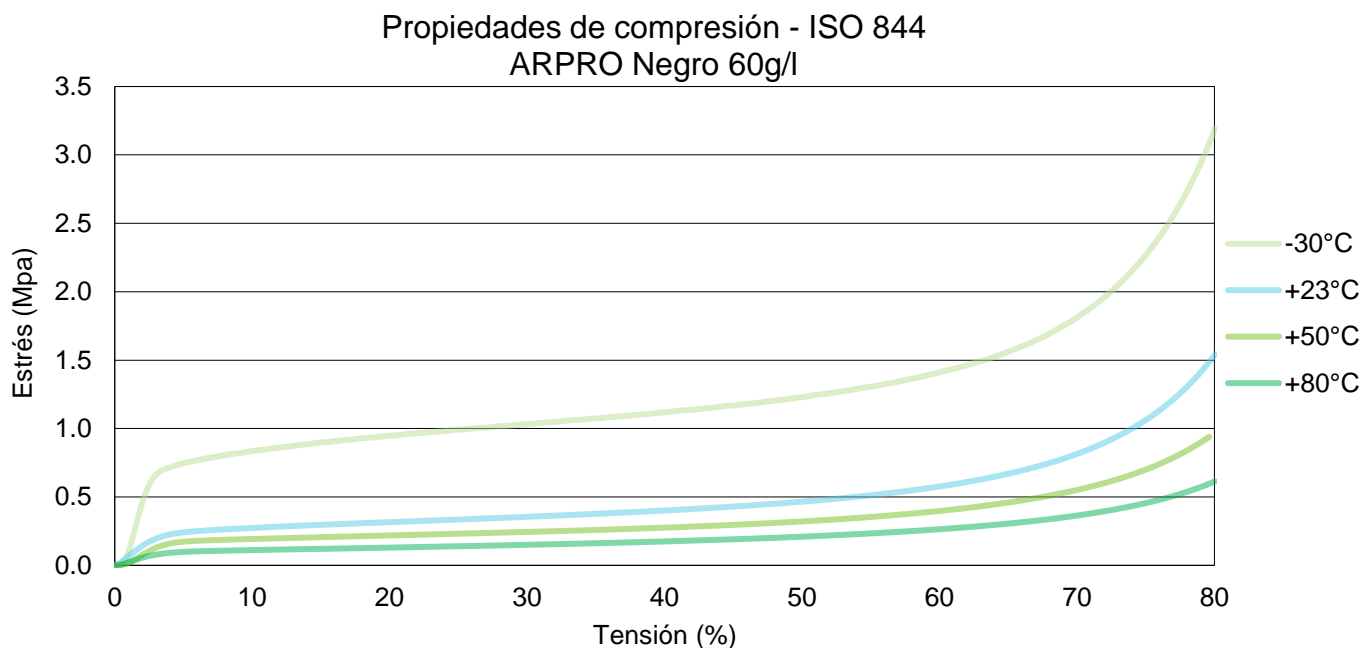
Prueba	Método	Unidad	Resultado	Resultado
Envejecimiento por calor	ISO 2440		110°C - 10 días	130°C - 5 días
Resistencia a la tracción				
Temperatura ambiente inicial	ISO 1798	kPa	930	930
Cambio tras envejecimiento por calor		%	un máximo de 15*	un máximo de 15*
Elongación por tensión				
Temperatura ambiente inicial	ISO 1798	%	25	25
Cambio tras envejecimiento por calor		%	un máximo de 15*	un máximo de 30*
Resistencia a la compresión tensión del 25%				
Temperatura ambiente inicial	ISO 844	kPa	340	340
Cambio tras envejecimiento por calor		%	un máximo de 5*	un máximo de 10*

\* Parte de la variación de la propiedad se debe a la variación en la prueba. Los resultados de la prueba de tracción, especialmente la elongación, son mucho más variables que los resultados de compresión. Otra variación se debe a la densificación de las muestras, debido a la ligera contracción que se produce durante el envejecimiento.

## 4. Cambio en las propiedades mecánicas debido al uso

La exposición al calor produce un ablandamiento de ARPRO, lo que puede modificar las propiedades mecánicas del material durante su uso. No obstante, estos cambios son reversibles. Una vez que la temperatura vuelve a ser la temperatura ambiente, las propiedades mecánicas de ARPRO vuelven a ser las propias a temperatura ambiente.

**Método de prueba:** compresión de acuerdo con lo establecido en la norma ISO 844, con una velocidad de 5mm/min. Densidad comprobada para ARPRO Negro 60g/l.



**Resultados de la prueba:** si se aplica calor a ARPRO, el material sufrirá un ablandamiento, pero se mantendrá la resistencia residual, incluso a temperaturas elevadas. El comportamiento termoplástico general se mantendrá estable sea cual sea la temperatura comprobada, incluso por debajo de la temperatura de transición vítrea (aprox. -10°C).

## 5. Cambios en las dimensiones de las piezas moldeadas debido al envejecimiento

Las piezas moldeadas contienen partículas de ARPRO. Dado que las dimensiones de cada partícula se pueden ver afectadas por el calor, las dimensiones de las piezas moldeadas también se verán afectadas.

Las temperaturas frías tienen un efecto menor sobre las dimensiones; las variaciones más importantes se dan con temperaturas elevadas. El efecto es una ligera contracción de la pieza, dependiendo de la temperatura aplicada, la duración del envejecimiento y la densidad comprobada. Se observa una ligera densificación, de 1g/l a 5g/l, para las temperaturas y densidades presentadas a continuación.

**Método de prueba:** ISO 2796. Tres muestras de ARPRO de 100 x 100 x 25mm se calientan en un horno con aire seco y se envejecen a 110°C durante 10 días, o a 130°C durante 5 días. La temperatura se regula dentro de un intervalo de  $\pm 2^\circ\text{C}$ . Las dimensiones se miden antes y después del proceso de envejecimiento, en tres momentos diferentes y en todas las direcciones. Los valores presentados en esta ficha de datos son la media de la variación de la longitud, la anchura y el grosor.

Densidad de ARPRO moldeado (g/l)	Cambio en las dimensiones lineales (%)	
	Envejecimiento a 110°C durante 10 días	Envejecimiento a 130°C durante 5 días
30	- 1.0	- 5.8
60	- 0.6	- 3.0
80	- 0.6	- 1.7
150	- 0.6	- 1.1

**Nota:** este efecto se puede aumentar o reducir parcialmente modificando los ajustes de la prensa durante el moldeado. (Póngase en contacto con nosotros para obtener más información acerca de «cómo modificar los ajustes de la prensa durante el moldeado»).

## 6. Cambios en las dimensiones de las piezas moldeadas debido al uso

El Coeficiente de Expansión Térmica Lineal (CLTE) de un material es su tendencia a expandirse (o contraerse) debido a la influencia de la temperatura (tanto calor como frío). No obstante, ARPRO puede compensar estas variaciones dimensionales si se aplica una restricción mecánica.

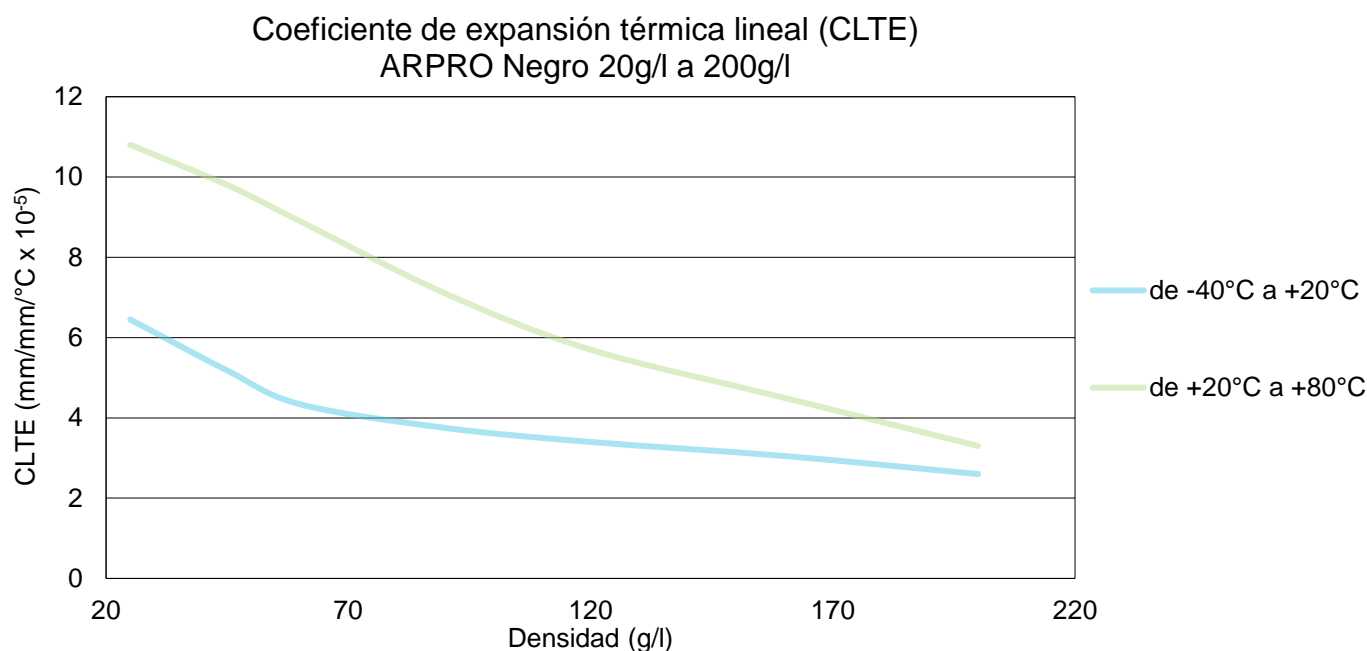
Método de prueba: se colocan marcas de calibre a intervalos de 25mm en sentido longitudinal desde un extremo de la muestra en una cámara termostática a una temperatura inicial durante 24 horas. La longitud del calibre se mide inmediatamente después de retirar la muestra de la cámara termostática. A continuación, la muestra se somete a la temperatura final durante 24 horas. La longitud del calibre se mide una vez más, inmediatamente después de realizar este tratamiento de temperatura. Las temperaturas iniciales y finales utilizadas son de -40°C a 20°C, y de 20°C a 80°C. Las densidades comprobadas para ARPRO Negro son 30g/l y 50g/l.

El CLTE, expresado como K, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$K = (L_1 - L_0) / (\Delta T * L_0)$$

Donde: L1 es la longitud de la muestra con la exposición a la temperatura final, L0 es la longitud de la muestra con la exposición a la temperatura inicial y  $\Delta T$  es la temperatura final menos la temperatura inicial.

**Nota:** los resultados finales pueden variar ligeramente en función de la geometría específica de la pieza moldeada.



**Explicación del resultado de la prueba:** para ARPRO a 160g/l, de 20°C a 80°C, las dimensiones de ARPRO cambian en  $4.5 \cdot 10^{-5}$  mm por mm y °C. Esto significa que si una pieza de ARPRO con una densidad de 160g/l tiene una longitud inicial de 100mm, después de 24 horas a 80°C la longitud final de la pieza será 100.27mm.

$$L_1 = L_0 + K * \Delta T * L_0 = 100 + 4.5 \cdot 10^{-5} * 60 * 100 = 100.27\text{mm}$$

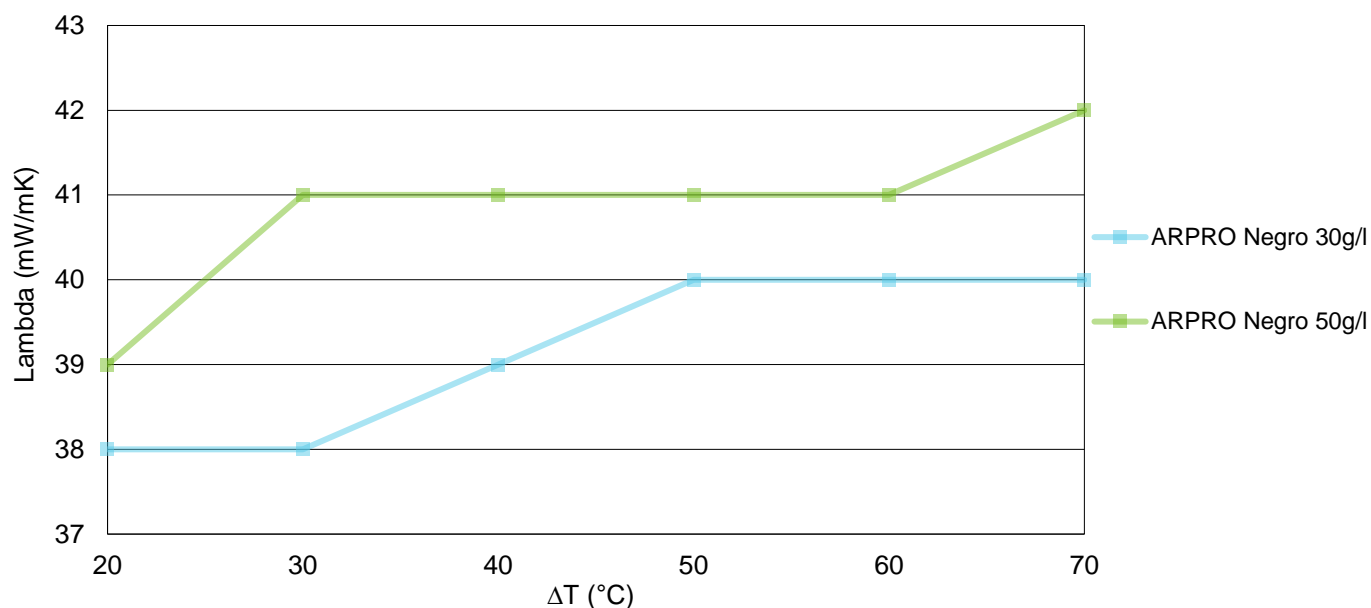


## 7. Aislamiento térmico

Los siguientes datos se obtienen de 2 pruebas diferentes y proporcionan la conductividad térmica ( $\lambda$ ) de un material. Cuanto menor sea el valor de  $\lambda$ , mejor será el aislamiento.

**Método de prueba A:** ISO 8301. Los resultados se obtienen aplicando una diferencia de temperatura ascendente entre dos placas. La temperatura es de entre 20 y 70°C. La temperatura de la placa fría se mantiene a 21°C, mientras que la temperatura de la placa caliente es variable. En este caso,  $\lambda$  caracteriza la función del gradiente de temperatura. Las densidades comprobadas para ARPRO Negro son 30g/l y 50g/l.

Aislamiento térmico de ARPRO



**Método de prueba B:** ISO 8301-8302. Se coloca un calentador con protección entre dos muestras moldeadas que estén en contacto con un medidor de flujo térmico y una placa de enfriamiento. El valor viene determinado por el flujo de calor, la diferencia de la temperatura media entre las superficies de las muestras y las dimensiones de las muestras. Estos resultados se obtienen con una variación de la temperatura media (de 10 a 40°C), aunque la diferencia entre la placa fría y la placa caliente es siempre de 16°C. En este caso,  $\lambda$  caracteriza la energía transferida por área y tiempo de unidad con un gradiente de temperatura de 1°C/m. Las densidades comprobadas para ARPRO Negro son de entre 20g/l y 220g/l, entre 20g/l y 80g/l para ARPRO Blanco y entre 40g/l y 60g/l para ARPRO Gris.

**Nota:** algunos aditivos pueden influir en el aislamiento térmico. Por ejemplo, el pigmento del negro de carbón permite el reflejo de algunas radiaciones, por lo tanto ARPRO Gris aísla mejor que ARPRO Blanco.

