



# Figure 4® Rigid 140C Black

Material rígido resistente al calor que combina alta resistencia y alta elongación para la producción directa de plásticos sin herramientas

Material rígido para producción

Figure 4 Standalone

## FOTOPOLÍMERO DE ALTO RENDIMIENTO ADECUADO PARA COMPONENTES DE USO FINAL DE CONECTORES ELÉCTRICOS Y MOTORES

Figure 4® Rigid 140C Black cumple con la promesa de fabricación aditiva con una verdadera durabilidad funcional en las piezas de plástico. Figure 4 Rigid 140C Black, un material híbrido compuesto por epoxi y acrilato, proporciona a las piezas de nivel de producción estabilidad mecánica a largo plazo en entornos diversos.

Este material innovador, hecho con relleno patentado, proporciona una resistencia comparable con la fibra de vidrio de polibutileno moldeado por inyección (PBT GF). Es un material atractivo para aplicaciones automotrices internas y relacionadas con el motor con un valor de deformación por calor (HDT) de 124 °C a 1,82 MPa, y es ideal para pinzas, cubiertas, conectores, carcasas y sujetadores, cerraduras eléctricas y conectores de placa de uso final.

Los componentes internos producidos con Figure 4 Rigid 140C Black demuestran una excelente confiabilidad cuando se someten a pruebas de vida útil a alta temperatura (HTOL). Estas piezas también demuestran una buena fricción entre sí, lo que lo convierte en un material ideal para aplicaciones industriales como palancas, perillas y embragues. Figure 4 Rigid 140C Black fue sometido a pruebas que equivalen a ocho años en interiores y un año y medio en entornos al aire libre, de conformidad con los métodos ASTM D4329 y ASTM G194.

## DIRECTRICES DE MANIPULACIÓN Y POSTPROCESAMIENTO

Figure 4 Rigid 140C Black es un material de dos partes disponible para la impresora 3D Figure 4 Standalone. Este material exige mezclado, limpieza, secado y curado adecuados. Al final de este documento se incluye información sobre el postprocesamiento.

Nota: Todas las propiedades se basan en el uso del método de postprocesamiento documentado. Las desviaciones de este método pueden provocar resultados diferentes.

Puede encontrar más detalles en la **Guía del usuario de Figure 4**, disponible en <http://infocenter.3dsystems.com>

*Nota: No todos los productos y materiales están disponibles en todos los países. Consulte la disponibilidad al representante de ventas local.*

## APLICACIONES

- Componentes automotrices para el motor y la cabina
- Pinzas, cubiertas, conectores, carcasas y sujetadores de uso final
- Cerraduras eléctricas y conectores de placa
- Componentes para prototipos funcionales y producción de uso final

## VENTAJAS

- Las piezas pueden soportar años de exposición a los rayos UV y a la humedad en interiores con una degradación mínima de la estabilidad dimensional o el rendimiento funcional
- Acabado de la superficie comparable al moldeado por inyección
- Apto para el uso repetido de elementos de ajuste sin deformación

## CARACTERÍSTICAS

- Versátil con una buena combinación de elongación, HDT y resistencia a la tensión
- Rendimiento y propiedades mecánicas con estabilidad ambiental a largo plazo
- Fricción superior entre piezas
- Excelente calidad de la superficie, precisión y capacidad de repetición
- Biocompatible según la norma ISO 10993-5
- Inflamabilidad UL 94 HB
- Curado térmico breve a 135 °C

## PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

El conjunto completo de propiedades mecánicas se determina mediante las normas ISO y ASTM siempre que corresponda. Además, ofrece propiedades como inflamabilidad, propiedades dieléctricas y absorción de agua por 24 horas. Esto permite una mejor comprensión de las funcionalidades del material para ayudar en las decisiones de diseño del material. Todas las piezas se acondicionan según las normas recomendadas de ASTM durante un mínimo de 40 horas a 23 °C, 50 % de humedad.

Las propiedades informadas de los materiales sólidos se imprimieron a lo largo del eje vertical (orientación ZX). Como se detalla en la sección sobre propiedades isotrópicas, las propiedades del material de Figure 4 son relativamente uniformes en todas las orientaciones de impresión. No es necesario orientar las piezas en una dirección determinada para que presenten estas propiedades.

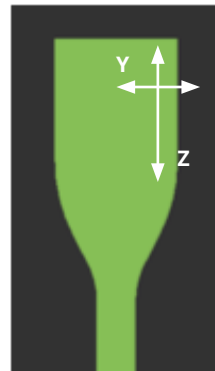
MATERIAL LÍQUIDO			
MEDICIÓN	CONDICIÓN/MÉTODO	SISTEMA MÉTRICO	INGLÉS
Viscosidad	Viscómetro Brookfield a 25 °C (77 °F)	900 cPs	2177 lb/ft-h
Color		Negro	
Densidad líquida	Tensiómetro de fuerza Kruss K11 a 25 °C (77 °F)	1,16 g/cm <sup>3</sup>	0,04 lb/in <sup>3</sup>
Grosor de capas de impresión predeterminado	interno	50 µm	.002 in
Velocidad (Modo estándar)	interno	N/A	N/A
Volumen del paquete		Botella de 1 kg - Figure 4 Standalone	

MATERIAL SÓLIDO						
SISTEMA MÉTRICO	MÉTODO ASTM	SISTEMA MÉTRICO	INGLÉS	MÉTODO ISO	SISTEMA MÉTRICO	INGLÉS
<b>FÍSICO</b>				<b>FÍSICO</b>		
Densidad sólida	ASTM D792	1,19 g/cm <sup>3</sup>	0,043 lb/in	ISO 1183	1,19 g/cm <sup>3</sup>	0,043 lb/in
Absorción de agua por 24 horas	ASTM D570	1,54 %	1,54 %	ISO 62	1,54 %	1,54 %
<b>MECÁNICO</b>				<b>MECÁNICO</b>		
Máxima resistencia a la tensión	ASTM D638	80 MPa	11 600 psi	ISO 527 -1/2	80 MPa	11 500 psi
Resistencia a la tensión en el límite elástico	ASTM D638	N/A	N/A	ISO 527 -1/2	N/A	N/A
Módulo de tensión	ASTM D638	2800 MPa	400 ksi	ISO 527 -1/2	3400 MPa	491 ksi
Elongación a la rotura	ASTM D638	5,6 %	5,6 %	ISO 527 -1/2	4,5 %	4,5 %
Elongación a la fluencia	ASTM D638	N/A	N/A	ISO 527 -1/2	N/A	N/A
Fuerza de flexión	ASTM D790	110 MPa	15 800 psi	ISO 178	100 MPa	14 600 psi
Módulo de flexión	ASTM D790	2700 MPa	390 ksi	ISO 178	2700 MPa	398 ksi
Impacto Izod con muesca	ASTM D256	16 J/m	0,3 ft-lb/in	ISO 180-A	1,9 kJ/m <sup>2</sup>	0,9 ft-lb/in <sup>2</sup>
Impacto Izod sin muesca	ASTM D4812	330 J/m	6 ft-lb/in	ISO 180-U	19 kJ/m <sup>2</sup>	9,2 ft-lb/in <sup>2</sup>
Dureza Shore	ASTM D2240	84 D	84 D	ISO 7619	84 D	84 D
<b>TÉRMICO</b>				<b>TÉRMICO</b>		
Tg (DMA, E")	ASTM E1640 (E" a 1C/min)	124 °C	256 °F	ISO 6721-1/11 (E" a 1C/min)	124 °C	256 °F
HDT a 0,455 MPa/66 PSI	ASTM D648	140 °C	281 °F	ISO 75- 1/2 B	121 °C	250 °F
HDT a 1,82 MPa/264 PSI	ASTM D648	124 °C	255 °F	ISO 75-1/2 A	96 °C	204 °F
CTE inferior a Tg	ASTM E831	89 ppm/°C	49 ppm/°F	ISO 11359-2	89 ppm/K	49 ppm/F
CTE superior a Tg	ASTM E831	110 ppm/°C	61 ppm/°F	ISO 11359-2	110 ppm/K	61 ppm/F
Inflamabilidad UL	UL94	HB	HB			
<b>ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA</b>				<b>ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA</b>		
Resistencia dieléctrica (kV/mm) a 3,0 mm de espesor	ASTM D149	16				
Constante dieléctrica a 1 MHz	ASTM D150	3,32				
Factor de disipación a 1 MHz	ASTM D150	0,027				
Resistividad de volumen (ohm - cm)	ASTM D257	5,44 x 10 <sup>15</sup>				

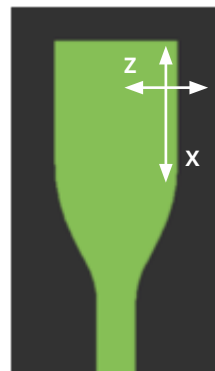
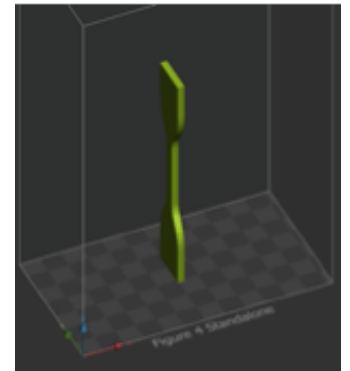
## PROPIEDADES ISOTRÓPICAS

La tecnología de Figure 4 permite imprimir piezas cuyas propiedades mecánicas suelen ser isotrópicas. Esto significa que las piezas que se impriman a lo largo de los ejes X, Y o Z darán resultados similares.

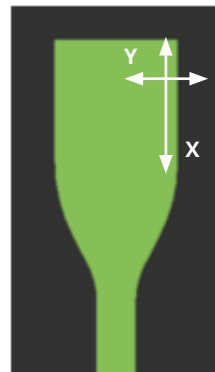
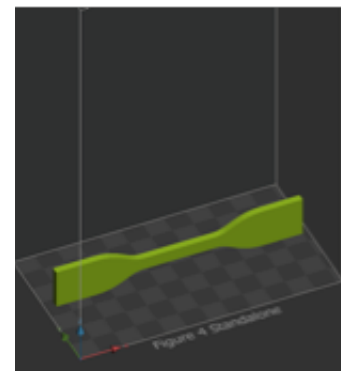
Dado que no es necesario orientar las piezas para obtener las propiedades mecánicas más altas, se mejora aún más el grado de libertad de la orientación de piezas para propiedades mecánicas.



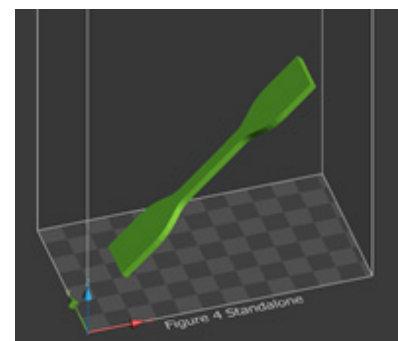
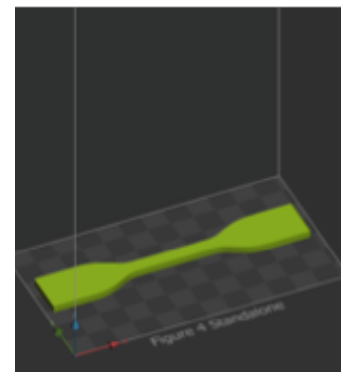
Orientación ZY



Orientación XZ



Orientación XY

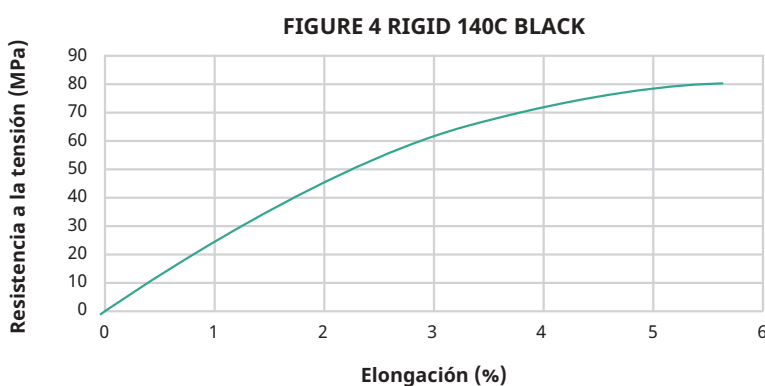


Orientación Z 45 grados

MATERIAL SÓLIDO					
SISTEMA MÉTRICO	MÉTODO	SISTEMA MÉTRICO			
MECÁNICO					
		ZY	XZ	XY	Z45
Máxima resistencia a la tensión	ASTM D638	80 MPa	79 MPa	76 MPa	73 MPa
Resistencia a la tensión en el límite elástico	ASTM D639	N/A	N/A	N/A	N/A
Módulo de tensión	ASTM D640	2800 MPa	2800 MPa	2800 MPa	3000 MPa
Elongación a la rotura	ASTM D641	5,6 %	6,5 %	5,1 %	6,1 %
Elongación a la fluencia	ASTM D642	N/A	N/A	N/A	N/A
Fuerza de flexión	ASTM D790	110 MPa	108 MPa	99 MPa	107 MPa
Módulo de flexión	ASTM D790	2700 MPa	2700 MPa	2500 MPa	2600 MPa
Impacto Izod con muesca	ASTM D256	16 J/m	17 J/m	19 J/m	20 J/m
Dureza Shore	ASTM D2240	84 D	84 D	85 D	84 D

## CURVA ESFUERZO-TENSIÓN

El gráfico representa la curva de esfuerzo-tensión para el material Figure 4 Rigid 140C Black según la prueba ASTM D638.



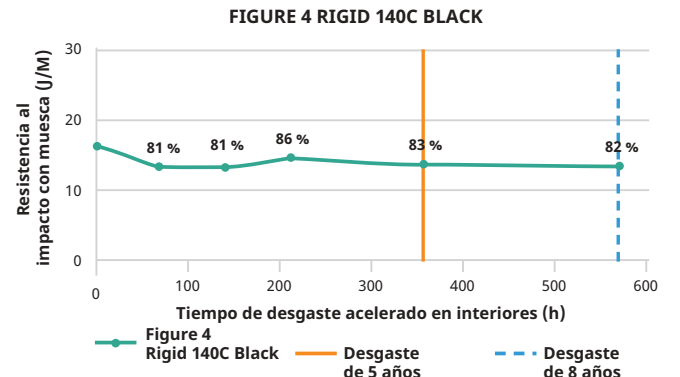
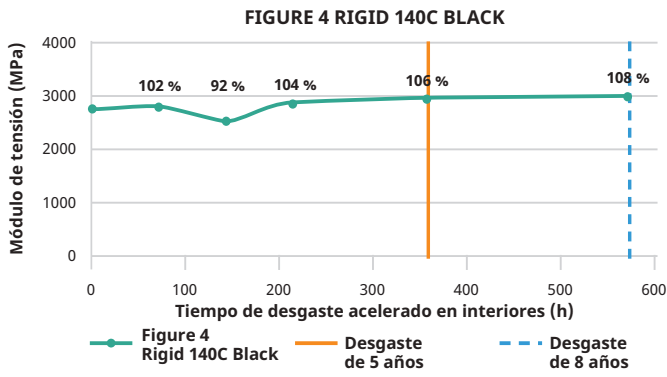
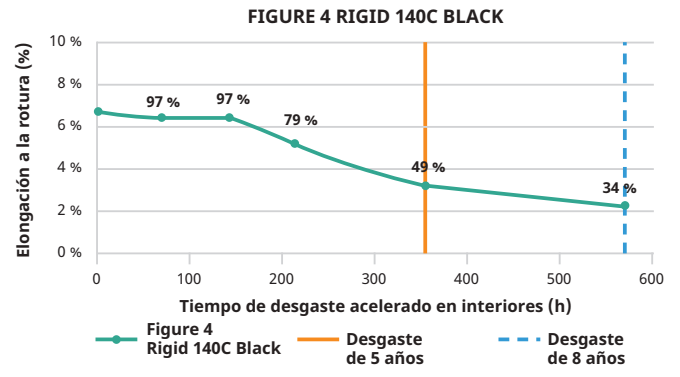
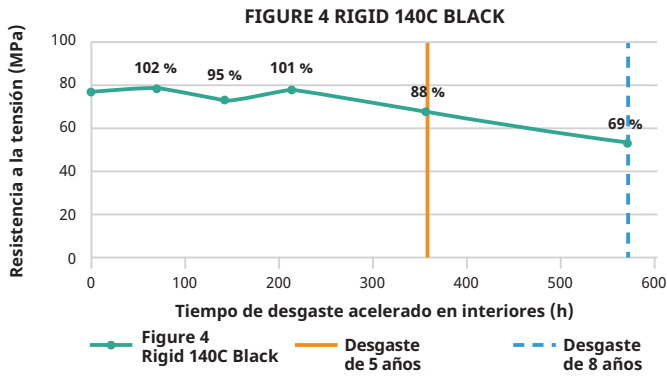
# Figure 4 Rigid 140C Black

## ESTABILIDAD AMBIENTAL A LARGO PLAZO

Figure 4 Rigid 140C Black está diseñado para brindar estabilidad ambiental de humedad y ultravioleta a largo plazo. Esto significa que se realizan pruebas en el material a fin de detectar la capacidad para conservar un alto porcentaje de las propiedades mecánicas iniciales en un plazo concreto. De esta manera, se proporcionan las condiciones de diseño reales para tener en cuenta para la pieza o la aplicación. **El valor real de datos se encuentra en un eje Y y los puntos de datos son un porcentaje del valor inicial.**

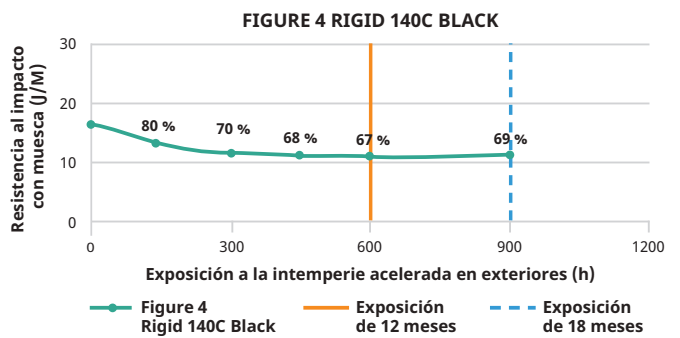
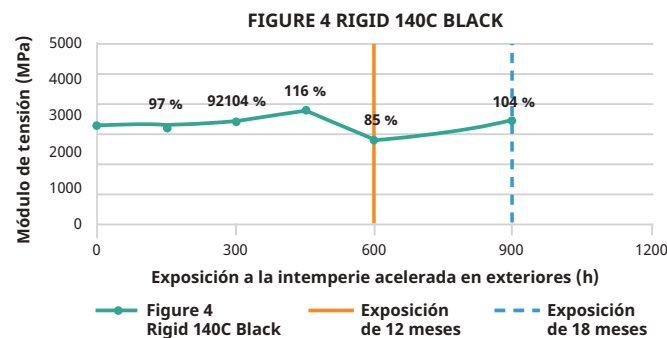
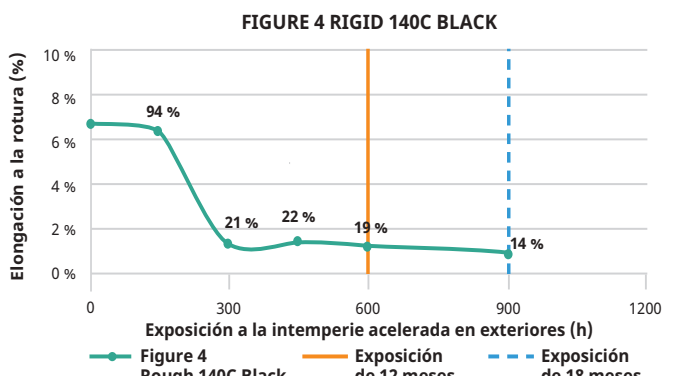
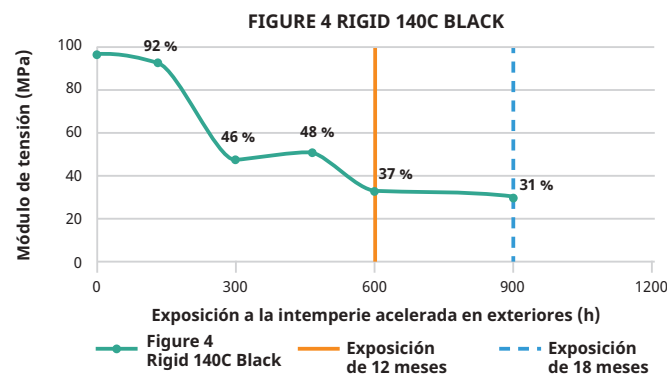
**ESTABILIDAD EN ESPACIOS INTERIORES:** Probado de acuerdo con el método de la norma ASTM D4329.

ESTABILIDAD EN ESPACIOS INTERIORES



**ESTABILIDAD EN ESPACIOS EXTERIORES:** Probado de acuerdo con el método de la norma ASTM G154.

ESTABILIDAD EN ESPACIOS EXTERIORES



## COMPATIBILIDAD DE FLUIDOS AUTOMOTRICES

La compatibilidad de un material con los hidrocarburos y limpiadores químicos es fundamental para la aplicación de piezas. Las piezas de Figure 4 Rigid 140C Black se probaron para evaluar la compatibilidad de contacto superficial y de sellado conforme a las condiciones de prueba de USCAR2. Los fluidos a continuación se probaron de dos maneras diferentes según las especificaciones.

- Inmersión durante 7 días y, luego, toma de datos de las propiedades mecánicas para compararlos.
- Inmersión durante 30 minutos, extracción y toma de datos de las propiedades mecánicas para compararlos en 7 días.

Los datos reflejan el valor medido de las propiedades durante ese plazo.

FLUIDOS AUTOMOTRICES		
FLUIDO	ESPECIFICACIÓN	TEMP. DE PRUEBA EN °C
Gasolina	ISO 1817, líquido C	23 ± 5
Combustible diésel	905 ISO 1817, aceite n.º 3 + 10 % p-xileno*	23 ± 5
Aceite para motor	ISO 1817, aceite n.º 2	50 ± 3
Etanol	85 % etanol + 15 % ISO 1817 líquido C*	23 ± 5
Líquido de la dirección asistida	ISO 1917, aceite n.º 3	50 ± 3
Líquido de transmisión automática	Dexron VI (material específico de Norteamérica)	50 ± 3
Refrigerante de motor	50 % etilenglicol + 50 % agua destilada*	50 ± 3
Líquido de frenos	SAE RM66xx (Use el líquido disponible más reciente para xx)	50 ± 3
Líquido de escape diésel (DEF)	Certificación API según la norma ISO 22241	23 ± 5

\*Las soluciones se determinan como un porcentaje por volumen

FIGURE 4 RIGID 140C BLACK

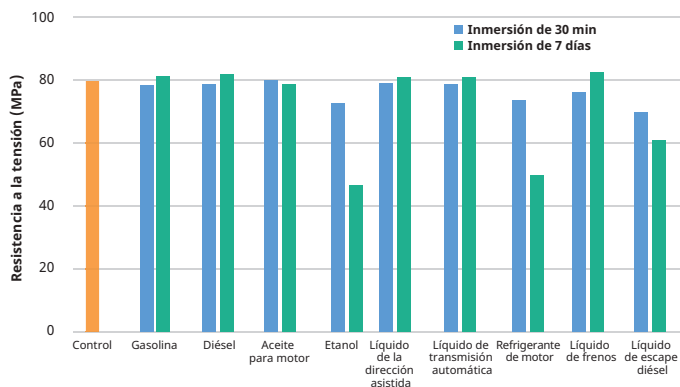


FIGURE 4 RIGID 140C BLACK

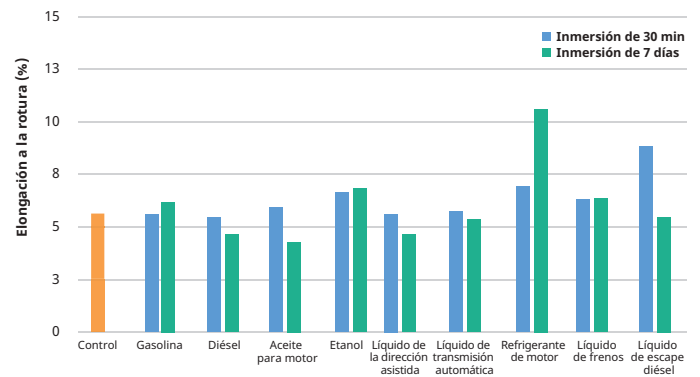


FIGURE 4 RIGID 140C BLACK

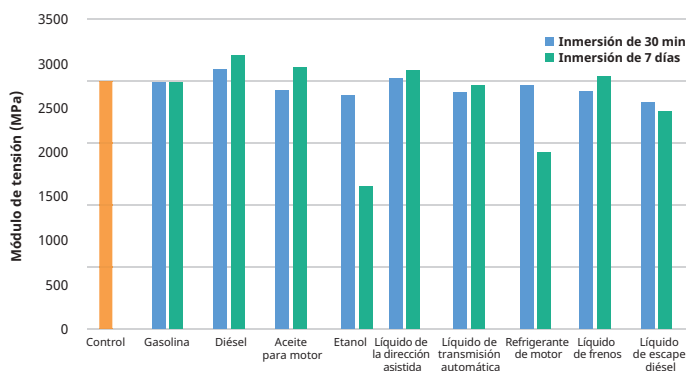
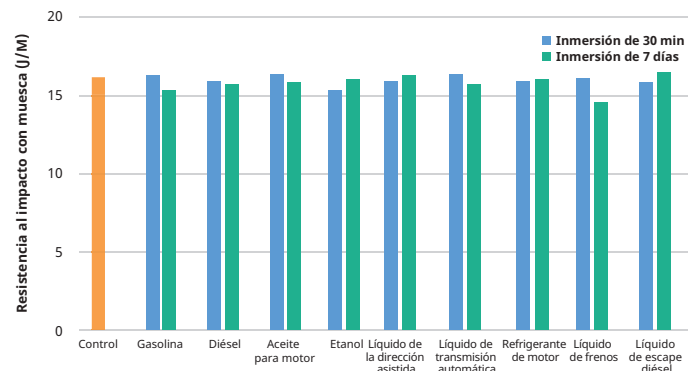


FIGURE 4 RIGID 140C BLACK



## COMPATIBILIDAD QUÍMICA

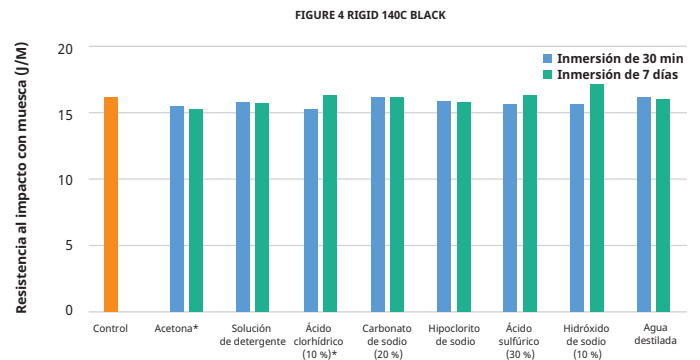
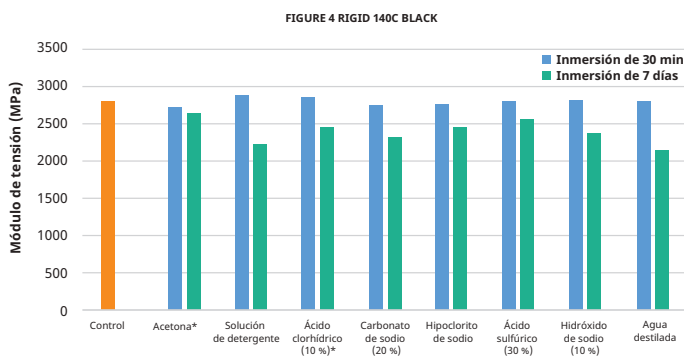
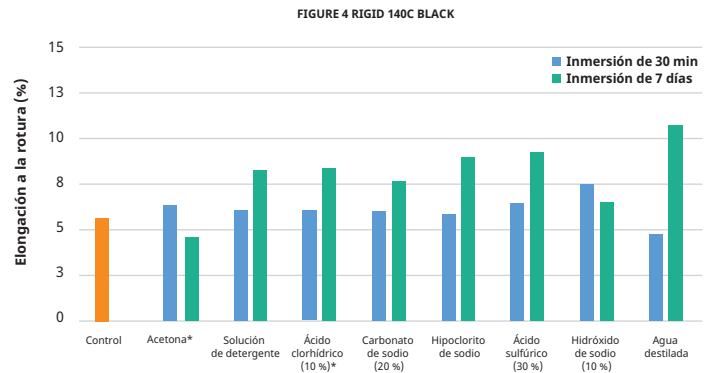
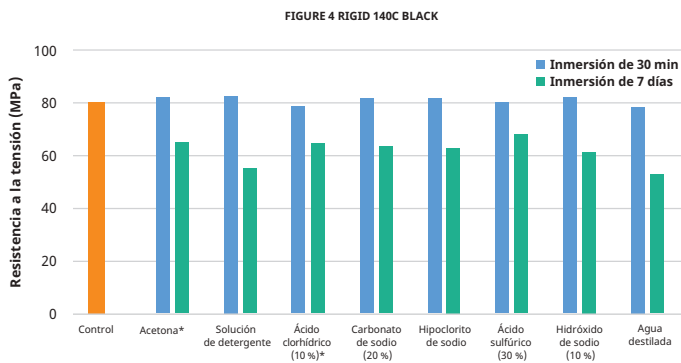
La compatibilidad de un material con los limpiadores químicos es fundamental para la aplicación de piezas. Las piezas de Figure 4 Rigid 140C Black se probaron para detectar la compatibilidad de contacto superficial y sellado conforme a las condiciones de prueba de ASTM D543. Los fluidos a continuación se probaron de dos maneras diferentes según las especificaciones.

- Inmersión durante 7 días y, luego, toma de datos de las propiedades mecánicas para compararlos.
- Inmersión durante 30 minutos, extracción y toma de datos de las propiedades mecánicas para compararlos en 7 días.

**Los datos reflejan el valor medido de las propiedades durante ese plazo.**

\*Indica que los materiales no pasaron por la preparación de inmersión de 7 días.

COMPATIBILIDAD QUÍMICA
6.3.3 Acetona
6.3.12 Solución de detergente de alto rendimiento
6.3.23 Ácido clorhídrico (10 %)
6.3.38 Solución de carbonato de sodio (20 %)
6.3.44 Solución de hipoclorito de sodio
6.3.46 Ácido sulfúrico (30 %)
6.3.42 Solución de hidróxido de sodio (10 %)
6.3.15 Agua destilada



### PROCESO DE POSCURADO TÉRMICO EFICIENTE

Figure 4 Rigid 140C Black permite crear piezas de producción con una excelente calidad de superficie, precisión y capacidad de repetición, a la vez que reduce el tiempo de acabado gracias a un proceso térmico de poscurado eficiente. Figure 4 Rigid 140C Black requiere un poscurado térmico de tres horas a 135 °C sin necesidad de embalar las piezas en sal, como se requiere para otros materiales similares disponibles en sistemas competitivos. Además, el tiempo de curado es aproximadamente un 75 % más breve que las 8 a 12 horas necesarias para materiales similares disponibles en sistemas competitivos.

### DECLARACIÓN DE BIOCOMPATIBILIDAD

Los cupones de prueba de Figure 4 Rigid 140C Black impresos y procesados de acuerdo con las instrucciones de postprocesamiento que se indican a continuación se enviaron a un laboratorio de pruebas biológicas externo para su evaluación de acuerdo con la norma *ISO 10993-5, Evaluación biológica de productos sanitarios, Parte 5: Ensayos de citotoxicidad in vitro*. Los resultados de las pruebas indican que Figure 4 Rigid 140C Black cumple con los requisitos de biocompatibilidad de conforme a las pruebas anteriores.

Es responsabilidad de cada cliente determinar si el uso del material Figure 4 Rigid 140C Black es seguro, legal y técnicamente adecuado para la aplicación del usuario. Los clientes deben realizar sus propias pruebas para asegurarse de que este sea el caso. Debido a los posibles cambios en la ley y en las regulaciones, así como a los posibles cambios en estos materiales, 3D Systems no puede garantizar que el estado de estos materiales permanezca inalterado o que se considere como biocompatible en un uso particular. Por lo tanto, 3D Systems recomienda que los clientes que sigan utilizando estos materiales verifiquen su estado de forma periódica.



## PROCESO POSTERIOR DE BIOCOMPATIBILIDAD DE FIGURE 4 RIGID 140C BLACK

### INSTRUCCIONES DE MEZCLADO

Este material tiene un pigmento que se asienta muy lentamente con el tiempo antes de la impresión. Para obtener los mejores resultados, mezcle el material en la botella de la siguiente manera:

#### Botella de 1 kg para Figure 4 Standalone

1. Gire la botella de la Parte A durante 1 hora en la mezcladora LC-3D Mixer de 3D Systems para su primer uso
2. Gire durante 10 minutos antes de usos posteriores
3. Utilice una proporción de mezcla de 19:1 de la Parte A y la Parte B.
4. Agite enérgicamente el recipiente de mezcla de 2 a 5 minutos

Utilice la mezcladora de resina para agitar el material en la bandeja durante 30 segundos entre los trabajos de impresión.

### INSTRUCCIONES DE LIMPIEZA MANUAL

- Limpieza manual con 2 contenedores de 1-TPM, 1-IPA (lavado y enjuague)
- Enjuague en el TPM "limpio" durante 5 minutos mientras agita la pieza
- Limpie en el IPA de "lavado" durante 5 minutos mientras agita la pieza  
NO EXCEDA los 10 minutos de exposición total al IPA para preservar las propiedades mecánicas
- Se puede agitar manualmente y/o utilizar un cepillo suave para ayudar con la limpieza
- Renovar el IPA cuando la limpieza se vuelve ineficaz

### INSTRUCCIONES DE SECADO

- Seque en el horno a 35 °C durante 25 minutos

### TIEMPO DE CURADO UV

- Unidad de postcurado UV LC-3DPrint Box o unidad de curado UV 350 Figure 4 de 3D Systems: 90 minutos

### POSCURADO TÉRMICO

- Aumente la tasa de 3 minutos a 130 °C y espere 3 horas. Deje enfriar antes de manipular las piezas.

Puede encontrar más detalles en la Guía del usuario de Figure 4, disponible en <http://infocenter.3dsystems.com>  
Figure 4 Standalone: <http://infocenter.3dsystems.com/figure4standalone/node/1546>

