



# Figure 4® Tough 65C Black

Material rígido para producción

Plástico negro para piezas de uso prolongado con una buena combinación de resistencia al impacto, elongación y resistencia a la tensión

Figure 4

## AHORRE TIEMPO Y COSTOS DE MAQUINADO CON LAS PIEZAS DE PLÁSTICO DE PRODUCCIÓN DIRECTA

Figure 4® Tough 65C Black es un material negro de nivel de producción versátil, con buena resistencia al impacto, elongación y resistencia a la tensión. Proporciona estabilidad ambiental a largo plazo con una calidad de superficie similar a la del moldeado por inyección. Este material se recomienda para fixturas, plantillas y piezas de gran carga mecánica de producción por lotes, así como para prototipos que permanecen estables durante años.

Esta resina presenta una temperatura de deflexión térmica de 70 °C y una elongación a la rotura del 35 %; es ideal para hebillas, broches de presión y pinzas debido a que tiene una elongación en el límite elástico del 6,6 %. Las velocidades de postprocesamiento simplificado permiten un alto rendimiento de principio a fin.

## DIRECTRICES DE MANIPULACIÓN Y POSTPROCESAMIENTO

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>

Figure 4 Standalone:

<http://infocenter.3dsystems.com/figure4standalone/node/1546>

Figure 4 Modular:

<http://infocenter.3dsystems.com/figure4modular/node/1741>

## APLICACIONES

- Piezas que soportan carga como mangos, tiradores, perillas y palancas Piezas estructurales como soportes, elementos de ajuste y sujetadores personalizados
- Piezas pequeñas que requieren detalles y precisión para productos de consumo, artículos deportivos y uso general
- Conectores de placa y mecanismos de cierre para dispositivos de datos y electrodomésticos
- Soporte y guías para sensores

## VENTAJAS

- Piezas de uso prolongado para aplicaciones en interiores y exteriores
- Alta elongación en el límite elástico para materiales tipo ABS; ideal para hebillas y ganchos
- Excelente calidad de la superficie, precisión y capacidad de repetición
- Rápida producción de piezas terminadas, sin necesidad de curado térmico secundario

## CARACTERÍSTICAS

- Propiedades mecánicas con estabilidad ambiental en interiores y exteriores a largo plazo; rendimiento de 8 y 1,5 años (respectivamente) comprobado de acuerdo con los métodos de la norma ASTM
- HDT de 70 °C a 0,455 MPa
- Elongación a la rotura del 35 %
- Elongación en el límite elástico del 6,6 %
- Resistencia al impacto con muesca de 31 J/m
- Resistencia a la tensión de 41 MPa
- Biocompatible según la norma ISO 10993-5
- Inflamabilidad UL 94 HB

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

## 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.

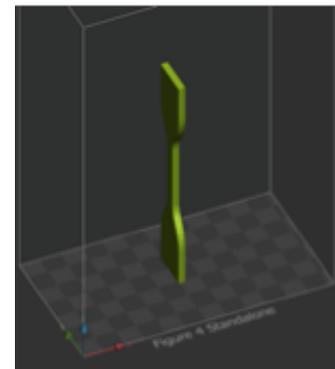
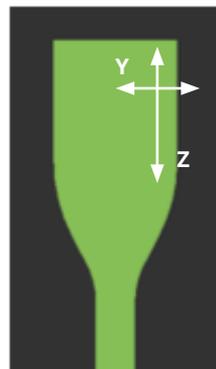
MATERIAL LÍQUIDO			
MEDICIÓN	CONDICIÓN/MÉTODO	SISTEMA MÉTRICO	INGLÉS
Viscosidad	Viscómetro Brookfield a 25 °C (77 °F)	1900 cPs	4596 lb/ft-h
Color		Negro	
Densidad líquida	Tensiómetro de fuerza Kruss K11 a 25 °C (77 °F)	1,13 g/cm <sup>3</sup>	0,04 lb/in <sup>3</sup>
Espesor de capas de impresión predeterminado	interno	50 µm	0,002 pulg.
Velocidad (Modo estándar)	interno	mm/h	30
Volumen del paquete		Botella de 1 kg - Figure 4 Standalone Cartucho de 2,5 kg: Figure 4 Modular Envase de 9 kg - Figure 4 Production	

MATERIAL SÓLIDO						
SISTEMA MÉTRICO	MÉTODO ASTM	SISTEMA MÉTRICO	INGLÉS	MÉTODO ISO	SISTEMA MÉTRICO	INGLÉS
<b>FÍSICO</b>				<b>FÍSICO</b>		
Densidad sólida	ASTM D792	1,22 g/cm <sup>3</sup>	0,044 lb/in <sup>3</sup>	ISO 1183	1,22 g/cm <sup>3</sup>	0,044 lb/in <sup>3</sup>
Absorción de agua por 24 horas	ASTM D570	0,62 %	0,62 %	ISO 62	0,62 %	0,62 %
<b>MECÁNICO</b>				<b>MECÁNICO</b>		
Máxima resistencia a la tensión	ASTM D638	41 MPa	6000 psi	ISO 527 -1/2	41 MPa	5900 psi
Resistencia a la tensión en el límite elástico	ASTM D638	40 MPa	5800 psi	ISO 527 -1/2	39 MPa	5700 psi
Módulo de tensión	ASTM D638	1700 MPa	250 ksi	ISO 527 -1/2	1800 MPa	260 ksi
Elongación a la rotura	ASTM D638	35 %	35 %	ISO 527 -1/2	31 %	31 %
Elongación a la fluencia	ASTM D638	6.6 %	6.6 %	ISO 527 -1/2	6,9 %	6,9 %
Fuerza de flexión	ASTM D790	60 MPa	8600 psi	ISO 178	60 MPa	8200 psi
Módulo de flexión	ASTM D790	1600 MPa	240 ksi	ISO 178	1800 MPa	257 ksi
Impacto Izod con muesca	ASTM D256	31 J/m	0,6 ft-lb/in	ISO 180-A	N/A	N/A
Impacto Izod sin muesca	ASTM D4812	100 J/m	2 ft-lb/in	ISO 180-U	8,4 kJ/m <sup>2</sup>	4 ft-lb/in <sup>2</sup>
Dureza Shore	ASTM D2240	81D	81D	ISO 7619	81D	81D
<b>TÉRMICO</b>				<b>TÉRMICO</b>		
Tg (DMA, E'')	ASTM E1640 (E'' a 1C/min)	50 °C	123 °F	ISO 6721-1/11 (E'' a 1C/min)	50 °C	123 °F
HDT a 0,455 MPa/66 PSI	ASTM D648	70 °C	159 °F	ISO 75- 1/2 B	70 °C	158 °F
HDT a 1,82 MPa/264 PSI	ASTM D648	51 °C	124 °F	ISO 75-1/2 A	51 °C	125 °F
CTE inferior a Tg	ASTM E831	92 ppm/C	51 ppm/F	ISO 11359-2	92 ppm/K	51 ppm/F
CTE superior a Tg	ASTM E831	163 ppm/C	90 ppm/F	ISO 11359-2	163 ppm/K	90 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	13				
Constante dieléctrica a 1 MHz	ASTM D150	3,75				
Factor de disipación a 1 MHz	ASTM D150	0,037				
Resistividad de volumen (ohm - cm)	ASTM D257	3,37x10 <sup>15</sup>				

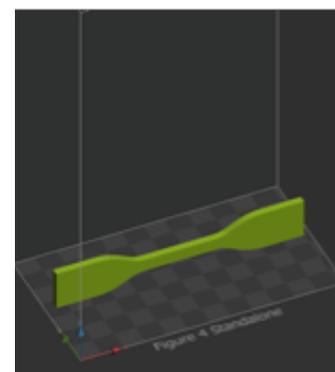
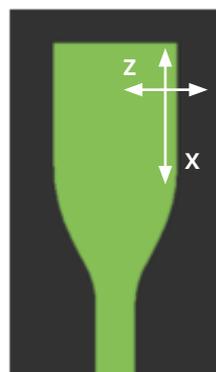
## PROPIEDADES ISOTRÓPICAS

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.

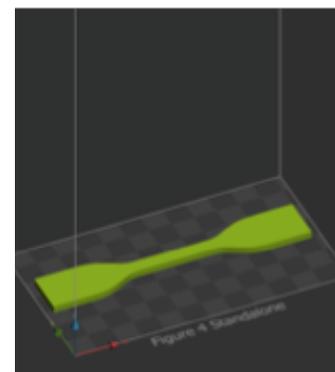
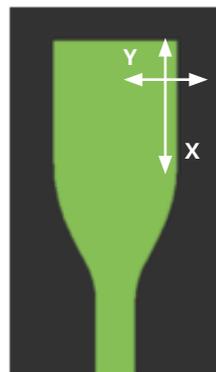
Dado que no es necesario orientar las piezas para obtener las propiedades mecánicas más altas, se mejora aún más el grado de libertad de la orientación de piezas para propiedades mecánicas.



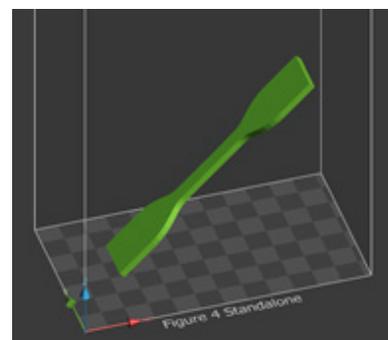
Orientación ZY



Orientación XZ



Orientación XY

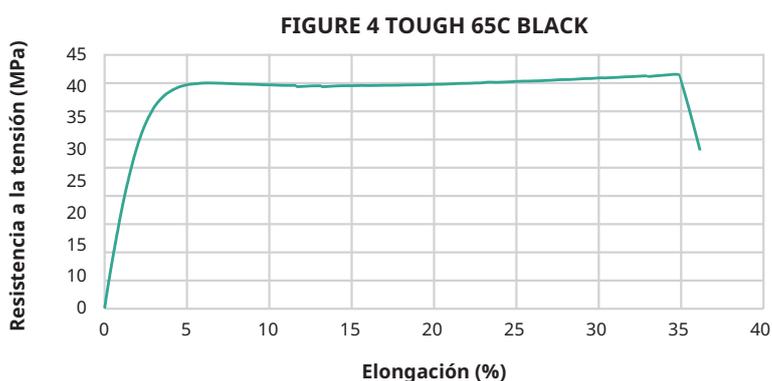


Orientación Z 45 grados

MATERIAL SÓLIDO					
SISTEMA MÉTRICO	MÉTODO	SISTEMA MÉTRICO			
MECÁNICO					
		ZY	XZ	XY	Z45
Máxima resistencia a la tensión	ASTM D638	41 MPa	39 MPa	38 MPa	40 MPa
Resistencia a la tensión en el límite elástico	ASTM D639	40 MPa	38 MPa	38 MPa	40 MPa
Módulo de tensión	ASTM D640	1700 MPa	1600 MPa	1500 MPa	1700 MPa
Elongación a la rotura	ASTM D641	35 %	15 %	27 %	25 %
Elongación a la fluencia	ASTM D642	6,6 %	6,6 %	6,5 %	6,7 %
Fuerza de flexión	ASTM D790	60 MPa	49 MPa	44 MPa	52 MPa
Módulo de flexión	ASTM D790	1600 MPa	1300 MPa	1100 MPa	1400 MPa
Impacto Izod con muesca	ASTM D256	31 J/m	30 J/m	41 J/m	40 J/m
Dureza Shore	ASTM D2240	81D	N/A	N/A	N/A

## CURVA ESFUERZO-TENSIÓN

El gráfico representa la curva de esfuerzo-tensión para el material Figure 4 Tough 65C Black según la prueba ASTM D638.



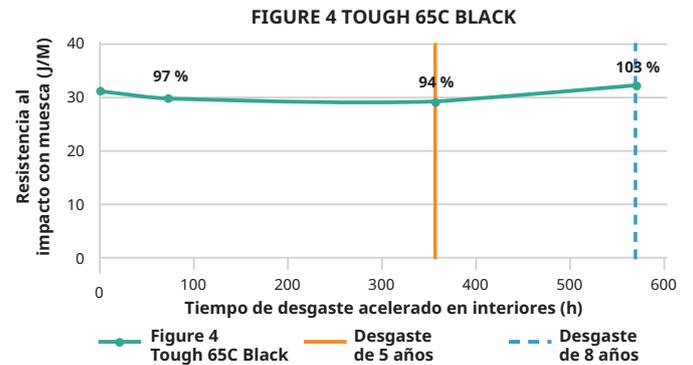
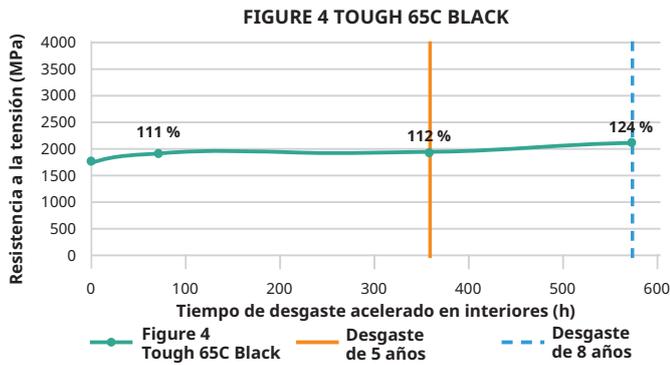
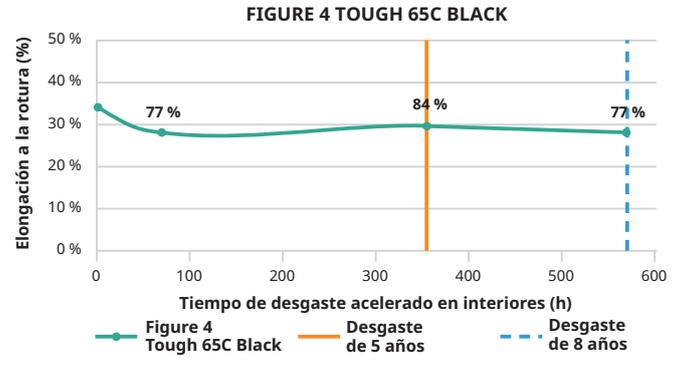
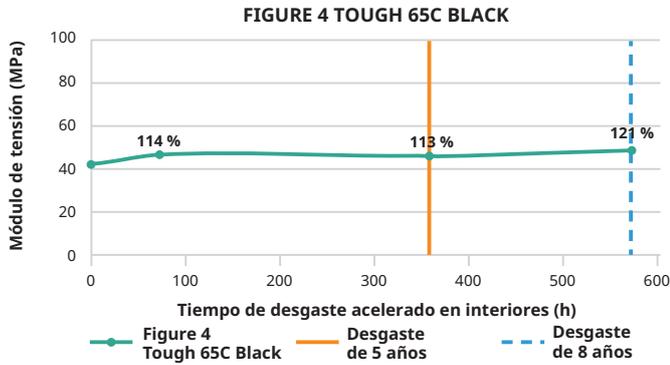
# Figure 4 Tough 65C Black

## ESTABILIDAD AMBIENTAL A LARGO PLAZO

Figure 4 Tough 65C 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.**

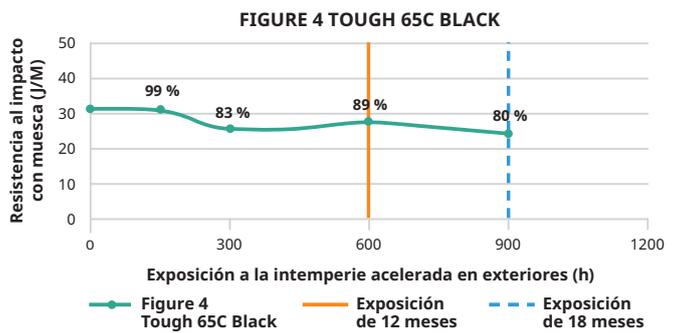
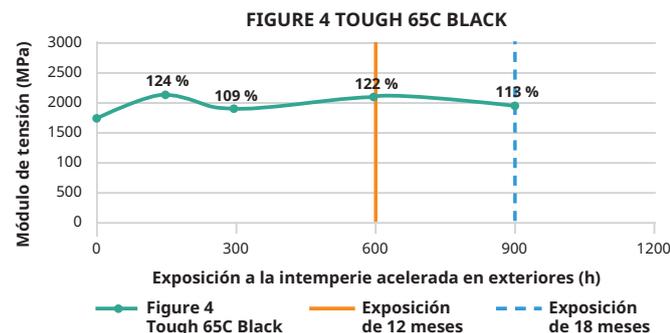
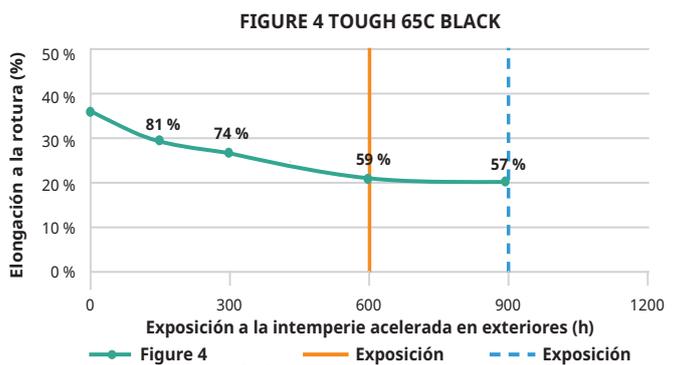
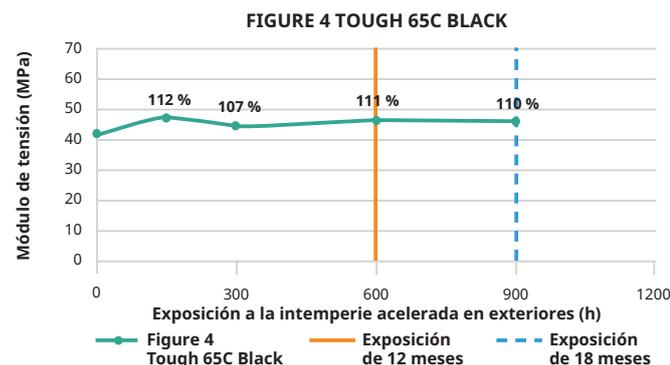
**ESTABILIDAD EN ESPACIOS INTERIORES:** Probado de acuerdo con el método de la norma ASTM D4329.

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 Tough 65C Black se probaron para evaluar la compatibilidad de contacto superficial y de sellado según 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 periodo de tiempo.**

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 TOUGH 65C BLACK

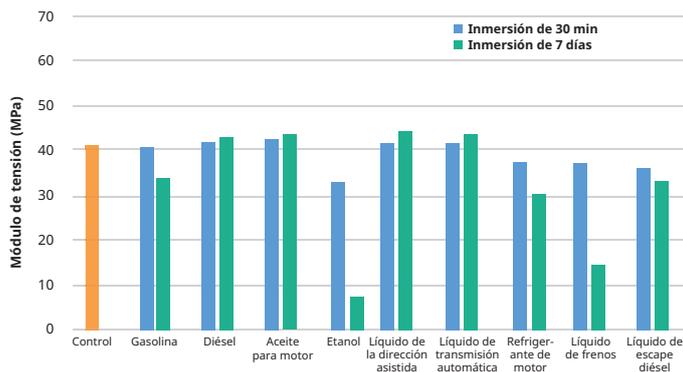


FIGURE 4 TOUGH 65C BLACK

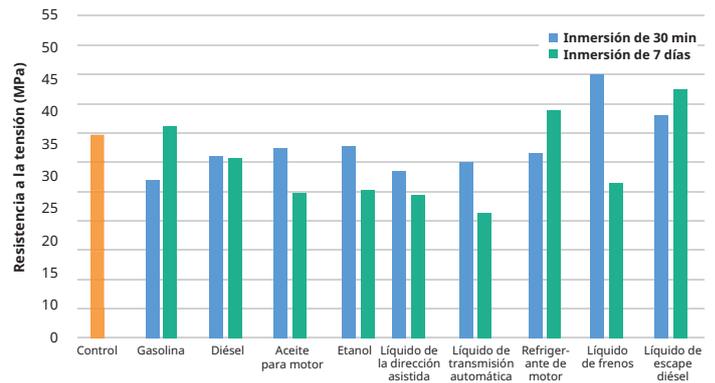


FIGURE 4 TOUGH 65C BLACK

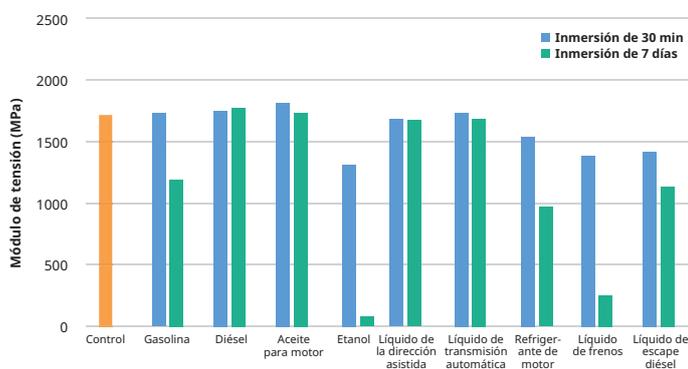
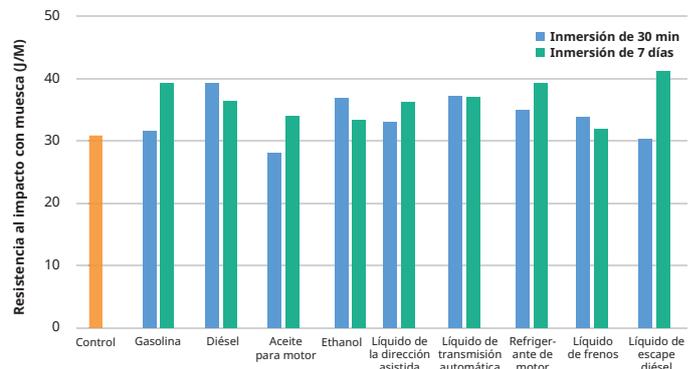


FIGURE 4 TOUGH 65C BLACK



## COMPATIBILIDAD QUÍMICA

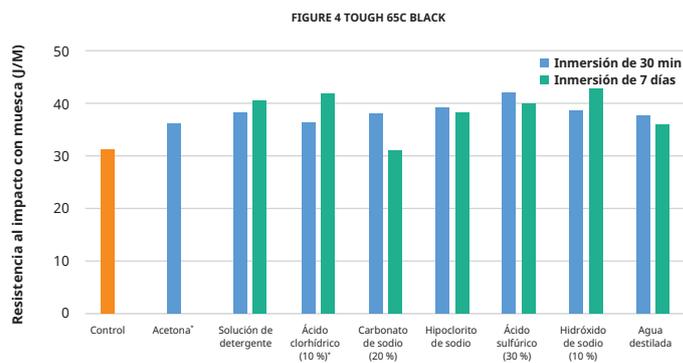
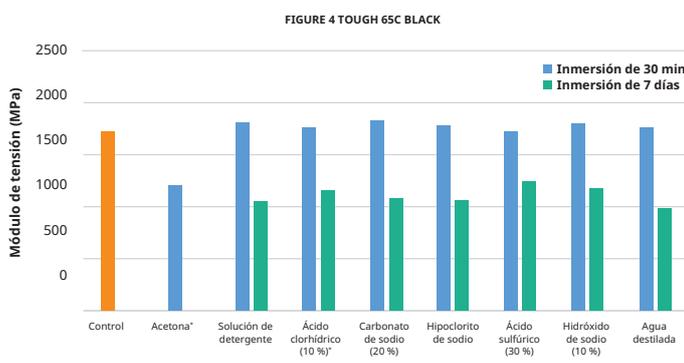
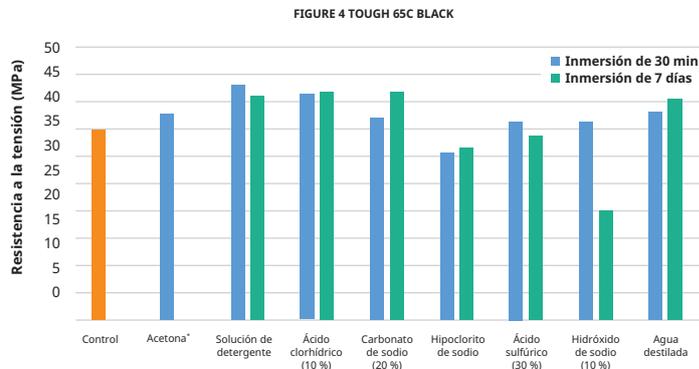
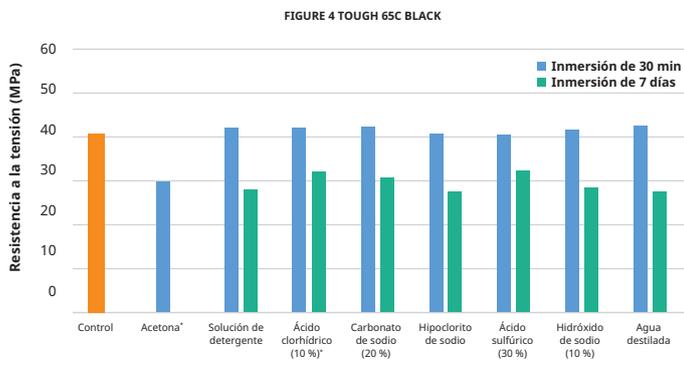
La compatibilidad de un material con los limpiadores químicos es fundamental para la aplicación de piezas. Las piezas de Figure 4 Tough 65C Black se probaron para detectar la compatibilidad de contacto superficial y sellado según las condiciones de prueba de ASTM D543. Los fluidos a continuación se probaron 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



### DECLARACIÓN DE BIOCOMPATIBILIDAD

Los cupones de prueba de Figure 4® Tough 65C Black impresos y procesados de acuerdo con las instrucciones de postprocesamiento que se indican a continuación se proporcionaron 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® Tough 65C Black cumple con los requisitos de biocompatibilidad de acuerdo con las pruebas anteriores.

Es responsabilidad de cada cliente determinar que el uso del material Figure 4® Tough 65C Black sea seguro, legal y técnicamente adecuado para las aplicaciones previstas del cliente. Los clientes deben realizar sus propias pruebas para garantizar que así sea. 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.

## INSTRUCCIONES DE POSTPROCESAMIENTO NECESARIAS PARA CUMPLIR CON LA NORMA ISO 10993-5

### 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

- Gire la botella durante 1 hora en la mezcladora LC-3D Mixer de 3D Systems para su primer uso
- Gire durante 10 minutos antes de usos posteriores

#### Cartucho de 2,5 kg para Figure 4 Modular

- Agite enérgicamente la botella durante 2 minutos antes de instalar el cartucho

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-IPA, 1-TPM (lavado y enjuague)
- Limpie en el IPA de "lavado" durante 5 minutos mientras agita la pieza
- Enjuague en el TPM "limpio" 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

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>

Figure 4 Modular: <http://infocenter.3dsystems.com/figure4modular/node/1741>

