

Materiales compuestos

Base para compuestos	Prueba (ASTM)	Onyx	Onyx FR	Onyx ESD	Nylon			
Módulo de elasticidad a la tracción (GPa)	D638	2,4	3,0	4,2	1,7			
Esfuerzo de tracción a la deformación (MPa)	D638	40	41	52	51			
Esfuerzo de tracción a la rotura (MPa)	D638	37	40	50	36			
Resistencia a la rotura por tracción (%)	D638	25	18	25	150			
Resistencia a la flexión (MPa)	D790 ¹	71	71	83	50			
Módulo de flexión (GPa)	D790 ¹	3,0	3,6	3,7	1,4			
Temperatura de deflexión térmica (°C)	D648 B	145	145	138	41			
Resistencia a las llamas	UL94	—	V-0 ²	—	—			
Ensayo de Izod - con mella (J/m)	D256-10 A	330	—	44	110			
Resistencia superficial (Ω)	ANSI/ESD STM11.11 ³	—	—	10 ⁵ - 10 ⁷	—			
Densidad (g/cm ³)	—	1,2	1,2	1,2	1,1			
Fibra continua	Prueba (ASTM)	Carbono	Fibra de carbono FR	Kevlar®	Fibra de vidrio	Fibra de vidrio HSHT		
Resistencia a la tracción (MPa)	D3039	800	760	610	590	600		
Módulo de elasticidad a la tracción (GPa)	D3039	60	57	27	21	21		
Resistencia a la rotura por tracción (%)	D3039	1,5	1,6	2,7	3,8	3,9		
Resistencia a la flexión (MPa)	D790 ¹	540	540	240	200	420		
Módulo de flexión (GPa)	D790 ¹	51	50	26	22	21		
Resistencia a la rotura por flexión (%)	D790 ¹	1,2	1,6	2,1	1,1	2,2		
Resistencia a la compresión (MPa)	D6641	420	300	130	180	216		
Módulo de compresión (GPa)	D6641	62	59	25	24	21		
Resistencia a la rotura por compresión (%)	D6641	0,7	0,5	1,5	—	0,8		
Temperatura de deflexión térmica (°C)	D648 B	105	105	105	105	150		
Ensayo de Izod - con mella (J/m)	D256-10 A	960	810	2000	2600	3100		
Densidad (g/cm ³)	—	1,4	1,4	1,2	1,5	1,5		

Las piezas de Markforged están formadas principalmente por materiales base para compuestos. Se pueden reforzar con un tipo de fibra continua.

Dimensiones y construcción de las probetas:

- Tracción: Barras de tipo I o IV de la norma ASTM D638
- Flexión: Flexión de 3 puntos, 4,5 pulg. (l.) x 0,4 pulg. (an.) x 0,12 pulg. (al.)
- Temperatura de deflexión térmica a 0,45 MPa, 66 psi (ASTM D648-07 método B)

1. Se mide mediante un método parecido a ASTM D790. Las piezas solo con base para compuestos no se rompen antes del fin de la prueba de flexión.

2. Onyx retardante de llama (FR) tiene la certificación Blue Card y cumple la especificación UL94 V-0 en espesores con un mínimo de 3 mm.

3. La resistencia superficial se mide en diferentes superficies de la pieza a partir de los ajustes de impresión recomendados por un laboratorio externo homologado. Para obtener más información, consulte la hoja informativa de Onyx ESD.

Dimensiones y construcción de materiales compuestos de fibra

Probetas:

- Las placas de prueba utilizadas en estos datos están reforzadas con fibra de forma unidireccional (capas de 0°)
- Probetas de las pruebas de tracción: 9,8 pulg. (l.) x 0,5 pulg. (al.) x 0,048 pulg. (an.) (composites de fibra de carbono), 9,8 pulg. (l.) x 0,5 pulg. (al.) x 0,08 pulg. (an.) (composites de fibra de vidrio y Kevlar®)
- Probetas de las pruebas de compresión: 5,5 pulg. (l.) x 0,5 pulg. (al.) x 0,085 pulg. (an.) (composites de fibra de carbono), 5,5 pulg. (l.) x 0,5 pulg. (al.) x 0,12 pulg. (an.) (composites de Kevlar® y fibra de vidrio)
- Probetas de las pruebas de flexión: Flexión de 3 puntos, 4,5 pulg. (l.) x 0,4 pulg. (an.) x 0,12 pulg. (al.)
- Temperatura de deflexión térmica a 0,45 MPa, 66 psi (ASTM D648-07 método B)

Los datos de tracción, compresión, resistencia a la rotura y temperatura de deflexión térmica proceden de un laboratorio externo homologado. Los datos de flexión proceden de Markforged Inc. y representan los valores típicos.

Las placas de prueba de Markforged tienen un diseño exclusivo para maximizar el rendimiento de la prueba. Las placas de fibra de prueba están reforzadas con fibras unidireccionales e impresas sin paredes. Las placas de plástico de prueba se imprimen con relleno. Para obtener más información sobre condiciones de prueba específicas o para solicitar piezas a fin de realizar pruebas internas, póngase en contacto con un representante de Markforged. Los clientes deben probar las piezas con sus propias especificaciones.

Las prestaciones de los materiales y las piezas variarán

en función de la disposición de las fibras, el diseño de las piezas, las condiciones de carga, las condiciones de prueba y las condiciones de fabricación, entre otros factores.

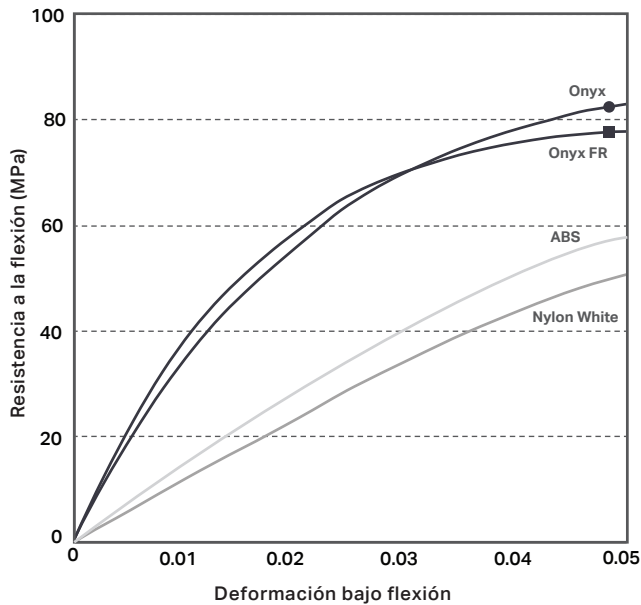
Estos datos representativos se han probado, medido o calculado utilizando métodos estándar y pueden cambiar sin previo aviso. Markforged no ofrece garantías de ningún tipo, ni expresas ni implícitas, como por ejemplo las garantías de comerciabilidad, idoneidad para un uso particular o garantía contra la violación de patentes. Tampoco asume ninguna responsabilidad en relación con el uso de esta información. Los datos aquí indicados no deben utilizarse para establecer límites de diseño, control de calidad o especificaciones, y no pretenden sustituir las pruebas que realice para determinar la idoneidad en aplicaciones específicas. El contenido de esta hoja informativa no debe interpretarse como una licencia de uso ni una recomendación para infringir derechos de propiedad intelectual.

Materiales compuestos

Las impresoras de materiales compuestos de Markforged imprimen con reforzamiento de fibra continua (CFR), un proceso exclusivo que refuerza con fibras continuas de alta resistencia las piezas de fabricación con filamento fundido (FFF). Este tipo de máquinas utilizan dos sistemas de extrusión: uno para extrudir el material base para compuestos en un proceso de FFF estándar y otro para las fibras continuas de hebras largas que se aplican en capas y sustituyen el relleno de FFF.

Base para compuestos

Los materiales base para compuestos de Markforged se imprimen como los termoplásticos de FFF convencionales. Se pueden imprimir solos o reforzarse con nuestras fibras continuas, como fibra de carbono, Kevlar o fibra continua.



● Onyx Resistencia a la flexión: 71 MPa

Onyx es un nylon reforzado con microfibras de carbono. Es 1,4 veces más resistente y rígido que el ABS y se puede reforzar con cualquier fibra continua. Onyx marca el estándar por lo que respecta al acabado de superficie, la resistencia química y la tolerancia al calor.

■ Onyx FR Resistencia a la flexión: 71 MPa

Onyx retardante de llama (FR) es un material con la clasificación V-0 del estándar UL94 y certificación Blue Card que ofrece unas propiedades mecánicas parecidas a Onyx. Se utiliza en aplicaciones en las que se requiere un material retardante de llama, ligero y resistente.

● Onyx ESD Resistencia a la flexión: 83 MPa

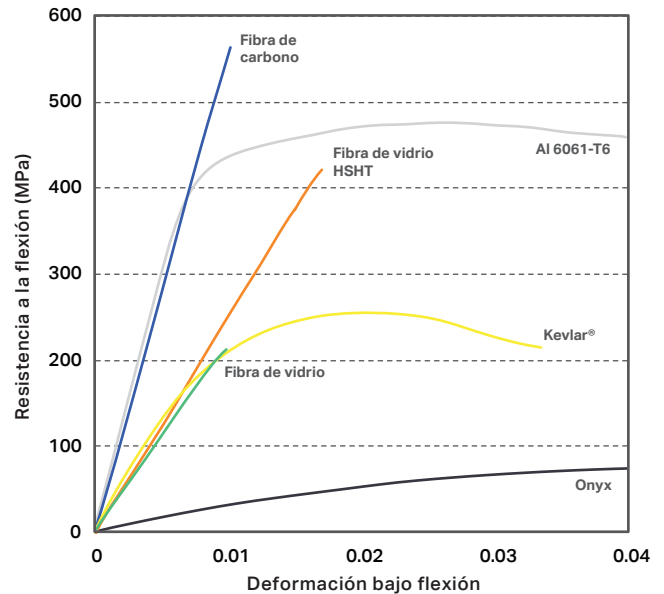
Onyx ESD es una variante disipadora de estática de Onyx, que cumple unos requisitos de seguridad antiestática muy estrictos y ofrece unas características excelentes de resistencia, rigidez y acabado de superficie. Se utiliza en aplicaciones que requieren materiales antiestáticos.

● Nylon Resistencia a la flexión: 50 MPa

Las piezas de Nylon White son lisas y no abrasivas, y se pintan con facilidad. Este material se puede reforzar con cualquier fibra continua y es adecuado para la sujeción de piezas que se dañan con facilidad, para el contacto prolongado y para fabricar piezas cosméticas.

Fibra continua

Las fibras continuas se aplican dentro de las piezas a través de una segunda boquilla de fibra. No se pueden imprimir por sí solas, sino que sirven para reforzar las piezas impresas con un material base para compuestos, como Onyx.



● Fibra de carbono Resistencia a la flexión: 540 MPa

La fibra de carbono tiene la mayor relación peso/resistencia de todas nuestras fibras de refuerzo. El refuerzo de fibra continua es seis veces más resistente y dieciocho veces más rígido que Onyx, y habitualmente se utiliza para fabricar piezas que sustituyen al aluminio mecanizado.

● Fibra de vidrio Resistencia a la flexión: 200 MPa

La fibra de vidrio es nuestra fibra continua de nivel básico, que ofrece una alta resistencia a un precio económico. Con el refuerzo de fibra de vidrio se pueden fabricar herramientas de gran resistencia (2,5 veces más resistentes y ocho veces más rígidas que con Onyx).

● Kevlar® Resistencia a la flexión: 240 MPa

El Kevlar® tiene una durabilidad excelente y es perfecto para fabricar piezas sometidas a cargas constantes y repentinas. Es un material tan rígido como la fibra de vidrio y mucho más dúctil, lo que lo hace ideal para una amplia gama de aplicaciones.

● Fibra de vidrio HSHT Resistencia a la flexión: 420 MPa

La fibra de vidrio de elevada resistencia a altas temperaturas (HSHT) permite producir piezas con la resistencia del aluminio y una alta tolerancia al calor. Este material es cinco veces más resistente y siete veces más rígido que Onyx, y permite fabricar piezas para entornos de altas temperaturas.