

Tough 1500 Resin V2

Un material rígido pero elástico con una tenacidad comparable a la del polipropileno

Prototipos que requieren la tenacidad, elasticidad y resiliencia del polipropileno.

Sujeciones con guía y fijaciones resistentes a los impactos que sobrevivan a un uso de larga duración en la fábrica.

Carcasas tenaces y robustas con elementos funcionales como protuberancias para tornillos autorroscantes y cierres a presión.

Piezas que necesitan una combinación de rigidez y ductilidad para crear mecanismos elásticos como pasadores, piezas flexibles y amortiguadores.



V2

FLT01502

Redactado 18/03/2025

Rev. 05 17/10/2025

A nuestro saber y entender, la información contenida en este documento es precisa. No obstante, Formlabs Inc. no ofrece ninguna garantía, expresa o implícita, con respecto de la exactitud de los resultados derivados del uso de este producto.

La Tough 1500 Resin V2 es un material resiliente con una resistencia, rigidez y tenacidad comparables a las del polipropileno, por lo que ofrece una resistencia excepcional a fracturas, impactos y roturas.

Crea piezas que combinen rigidez y ductilidad, sea para mecanismos elásticos como carcasas robustas con tornillos autorroscantes y ajustes a presión. La Tough 1500 Resin V2 hace posible trabajar con un amplio abanico de aplicaciones, desde prototipos funcionales hasta sujeciones y fijaciones de uso final.

La Tough 1500 Resin V2 es una nueva formulación de material que aprovecha las características de la serie Form 4 para ofrecer una tenacidad a la fractura 10 veces mayor que la de la versión anterior.

Propiedades del material ¹			MÉTODO
	No poscurada ²	Poscurada ³	
Propiedades de tracción ¹			MÉTODO
Resistencia a la rotura por tracción	30 MPa	34 MPa	ASTM D638-14
Módulo de tracción	1250 MPa	1460 MPa	ASTM D638-14
Resistencia a la deformación por tracción	30 MPa	34 MPa	ASTM D638-14
Alargamiento en el límite elástico	5,6 %	6,1 %	ASTM D638-14
Alargamiento de rotura	210 %	155 %	ASTM D638-14
Propiedades de flexión ¹			MÉTODO
Resistencia a la flexión	26 MPa	41 MPa	ASTM D790-17
Módulo de flexión	900 MPa	1370 MPa	ASTM D790-17
Propiedades de tenacidad ¹			MÉTODO
Resiliencia Izod entallada	45 J/m	42 J/m	ASTM D256-10
Resiliencia Izod no entallada	1080 J/m	910 J/m	ASTM D4812-11
Resiliencia de Charpy entallada	8,9 kJ/m ²	7,5 kJ/m ²	ISO 179-1
Resiliencia de Charpy no entallada	63 kJ/m ²	57 kJ/m ²	ISO 179-1
Resistencia al impacto de Gardner a 1/32 in (0,79 mm) de grosor	7,0 J	5,9 J	ASTM D5420-21
Resistencia al impacto de Gardner a 1/16 in (1,6 mm) de grosor	12,4 J	11,1 J	ASTM D5420-21
Fatiga por flexión Ross	11 000 ciclos	8000 ciclos	Interno (23 °C, flexión de 30 grados a 1 Hz)
Propiedades de fractura ¹			MÉTODO
Factor de intensidad de tensiones máximo (Kmax)	1,7 MPa·m ^{1/2}	1,7 MPa·m ^{1/2}	ASTM D5045-14
Trabajo de fractura (W _f)	1090 J/m ²	1011 J/m ²	ASTM D5045-14

Propiedades del material ¹			MÉTODO
	No poscurada ²	Poscurada ³	
Propiedades térmicas ¹			MÉTODO
Temperatura de flexión bajo carga a 1,8 MPa	42 °C	53 °C	ASTM D648-16
Temp. de flexión bajo carga @ 0,45 MPa	54 °C	66 °C	ASTM D648-16
Expansión térmica (0-150 °C)	116 µm/m/°C	99 µm/m/°C	ASTM E831-19
Inflamabilidad	No sometida a ensayo	HB	UL 94
Propiedades eléctricas ¹			MÉTODO
	Poscurada ³		
Rigidez dieléctrica	23,4 kV/mm		ASTM D149-20
Constante dieléctrica	4,5		ASTM D150 (50 Hz)
Constante dieléctrica (1 kHz)	3,9		ASTM D150 (1 kHz)
Factor de disipación (50 Hz)	0,018		ASTM D150 (50 Hz)
Factor de disipación (1 kHz)	0,013		ASTM D150 (1 kHz)
Resistividad de volumen	2,91 * 10 ¹⁵ Ω · cm		ASTM D257-14
Otras propiedades ¹			MÉTODO
Dureza Shore D	76D		ASTM D2240
Densidad aparente	1,12 g/ml		ASTM D792-20
Viscosidad a 25 °C	1000 cP		ASTM D792-20
Densidad líquida	1,02 g/ml		ASTM D792-20

BIOCOMPATIBILIDAD

La Tough 1500 Resin se ha evaluado como un producto en contacto con la piel conforme a la Norma ISO 10993-1 y ha superado los requisitos relativos a los siguientes parámetros de biocompatibilidad:

Norma ISO	Descripción ^{3,4}
ISO 10993-5	No citotóxica
ISO 10993-10	No es un irritante
ISO 10993-10	No es un sensibilizante

COMPATIBILIDAD QUÍMICA

Incremento de peso porcentual a lo largo de 24 horas para un cubo impreso de 1 × 1 × 1 cm inmerso en el disolvente correspondiente:

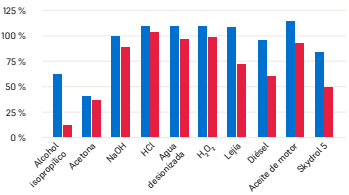
Disolvente	Incremento de peso en 24 h (%)	Disolvente	Incremento de peso en 24 h (%)
Ácido acético 5 %	0,22	Isoctano (gasolina)	42,92
Acetona	29,64	Aceite mineral ligero	0,02
Alcohol isopropílico	6,54	Aceite mineral pesado	0,04
Lejía ~5 % NaOCl	-0,05	Agua salada (3,5 % NaCl)	0,24
Acetato de butilo	41,35	Solución de hidróxido de sodio (0,025 % pH 10)	0,17
Combustible diésel	0,04	Agua	0,21
Éter monometílico de dietilenglicol	5,71	Xileno	72,57
Aceite hidráulico	0,04	Ácido fuerte (HCl concentrado)	2,15
Skydrol 5	2,41	Éter monometílico de tripropilenglicol	5,90
Peróxido de hidrógeno (3 %)	0,31		

Compatibilidad química (ASTM D543)

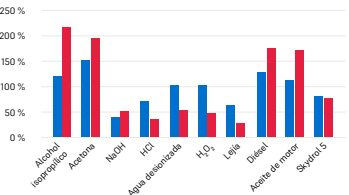
Este material se sometió a ensayo para probar su compatibilidad química conforme a la norma ASTM D543. Se probó la influencia de diversos productos químicos midiendo el módulo de tracción y la resistencia del material después de distintos tiempos de exposición. Las muestras expuestas se metieron en contenedores y se sumergieron por completo en los productos químicos de ensayo durante un día y una semana. Después de sacarlas, las muestras expuestas se lavaron y se acondicionaron durante 24 horas a 22 °C antes de llevar a cabo los ensayos mecánicos. Los ensayos mecánicos se realizaron conforme a la norma ASTM D638 usando muestras de barras de resistencia de tipo IV en condiciones de laboratorio estándar (22 °C). Los resultados se indicaron como una diferencia de porcentaje respecto a los valores medidos en muestras no expuestas.

Disolvente	Alcohol isopropílico	Acetona	NaOH (0,025 % pH=10)	HCl (10 %)	Agua desionizada	H ₂ O ₂ (3 %)	Lejía (~5 % NaOCl)	Diésel	Aceite de motor	Skydrol 5
Módulo relativo										
1 día	61,80 %	41,01 %	99,51 %	109,90 %	109,98 %	110,37 %	109,63 %	95,71 %	115,69 %	83,62 %
1 semana	12,37 %	37,77 %	88,99 %	103,73 %	97,23 %	98,98 %	72,70 %	60,43 %	93,11 %	49,99 %
Resistencia relativa										
1 día	55,66 %	54,30 %	98,98 %	95,49 %	99,62 %	98,27 %	96,26 %	94,49 %	98,46 %	71,99 %
1 semana	28,85 %	49,48 %	103,30 %	101,11 %	99,01 %	98,84 %	97,71 %	63,33 %	101,85 %	43,65 %
Alargamiento relativo										
1 día	118,46 %	150,74 %	39,05 %	70,50 %	103,07 %	103,02 %	63,63 %	127,67 %	109,53 %	80,51 %
1 semana	219,26 %	196,33 %	50,69 %	35,01 %	52,05 %	44,92 %	25,90 %	176,95 %	169,00 %	74,90 %
Masa relativa										
1 día	112,82 %	141,98 %	100,22 %	100,22 %	100,40 %	100,41 %	100,27 %	104,30 %	100,42 %	108,49 %
1 semana	135,80 %	141,15 %	100,23 %	100,14 %	100,51 %	100,71 %	100,24 %	111,17 %	99,95 %	119,26 %

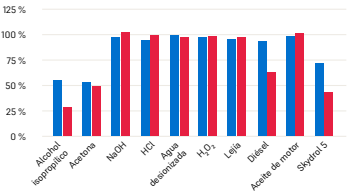
Módulo de tracción tras el tiempo de inmersión



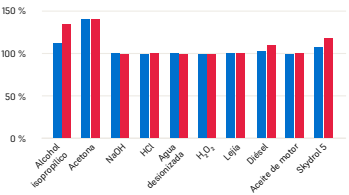
Alargamiento de rotura tras el tiempo de inmersión



Resistencia a la rotura por tracción tras el tiempo de inmersión



Absorción de masa tras el tiempo de inmersión



● 1 DÍA ● 1 SEMANA

¹ Las propiedades pueden variar en función de la geometría de la pieza, la orientación y ajustes de impresión y la temperatura.

² Datos obtenidos de piezas no poscuradas, impresas con la Form 4 a 100 µm, con ajustes para la Tough 1500 Resin V2 y sin tratamiento adicional.

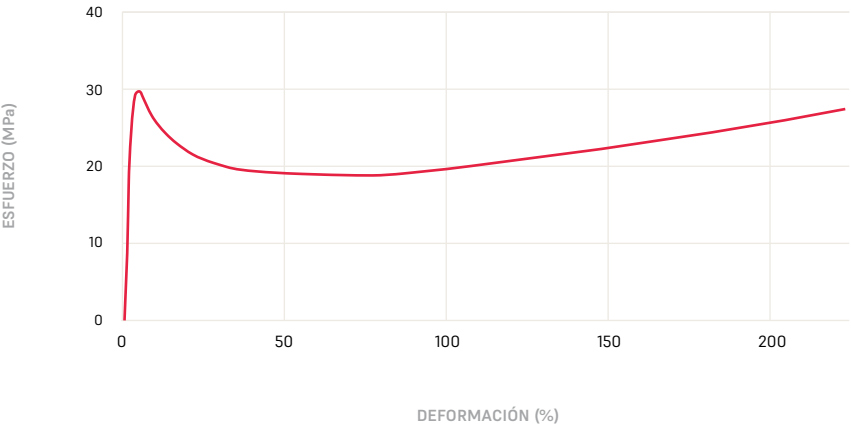
³ Las muestras de ensayo de la Norma ISO 10993 se imprimieron en una Form 4 con ajustes para la Tough 1500 Resin V2 de 100 µm, se lavaron en una Form Wash durante 10 minutos (5 min en alcohol isopropílico, 5 min en alcohol isopropílico sucio) con una concentración del >99 %, se secaron durante al menos 30 minutos y se poscuraron a 70 °C durante 12 minutos en una Form Cure (2.^a generación).

⁴ La Tough 1500 Resin se sometió a ensayo en la sede mundial de NAMSA, Ohio, EE. UU.

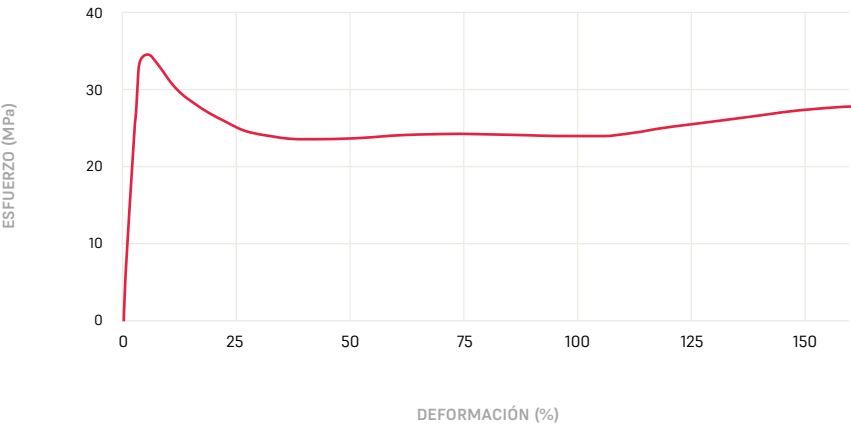
Curva de tracción representativa (ASTM D638-14)

Tipo I, 50 mm/min

No poscurada



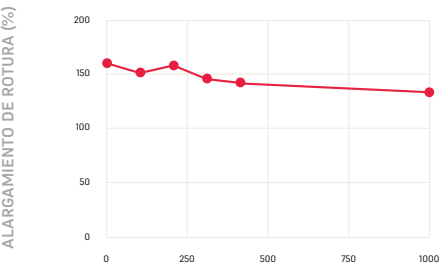
Poscurada



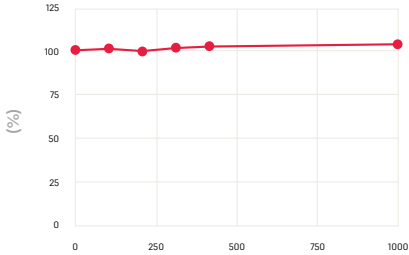
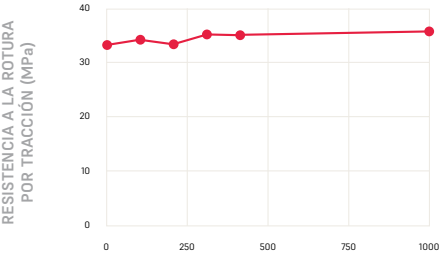
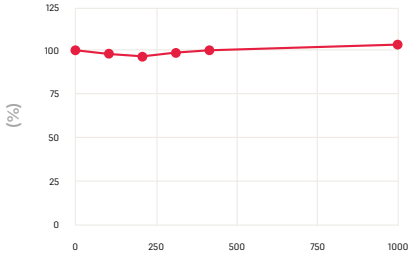
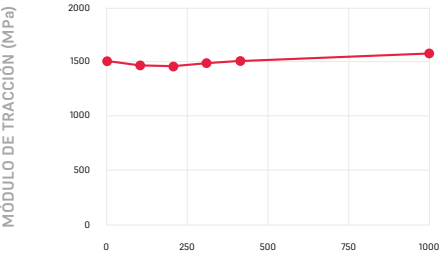
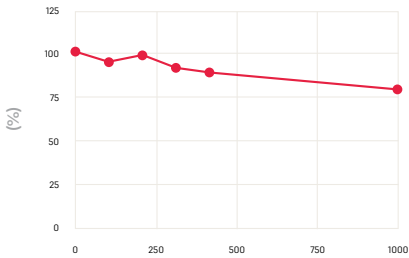
Envejecimiento térmico (ASTM D3045)

Formlabs evaluó el envejecimiento térmico de la Tough 1500 Resin V2 utilizando la norma ASTM D3045, un método de ensayo para evaluar el envejecimiento térmico de plásticos sin carga. En esta prueba, se miden las propiedades mecánicas de muestras colocadas en ambientes a 50 °C durante diferentes periodos de tiempo, de 6 semanas como máximo.

Resultados de los ensayos



% del valor inicial



TIEMPO DE EXPOSICIÓN (h)

TIEMPO DE EXPOSICIÓN (h)

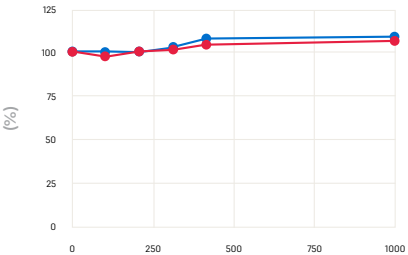
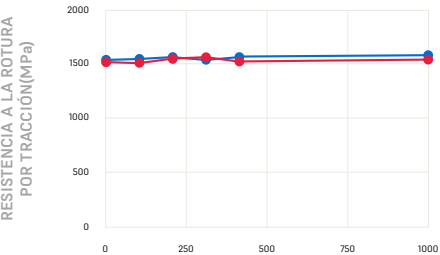
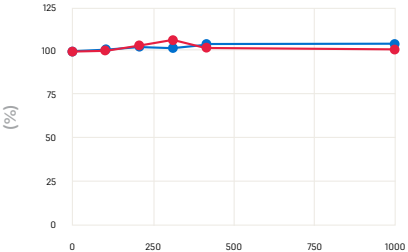
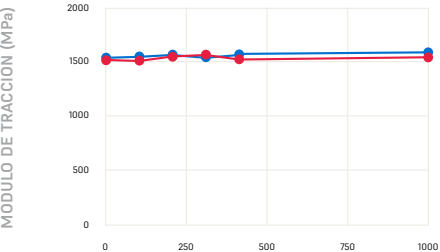
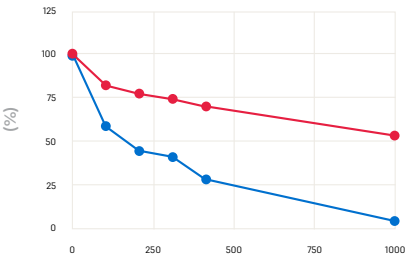
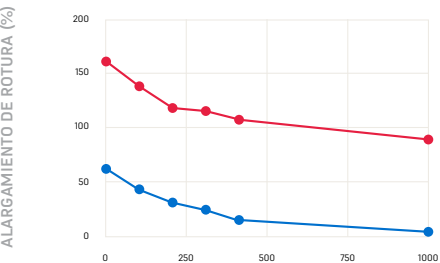
Envejecimiento en interiores (ASTM D4459)

Formlabs evaluó el envejecimiento por UV de la Tough 1500 Resin V2 utilizando la ASTM D4459, una norma de ensayo para la exposición de plásticos para aplicaciones de interior a luz de arco de xenón. Esta prueba simula el envejecimiento del polímero debido a la exposición a la radiación solar a través del vidrio. Las muestras expuestas se acondicionaron durante 24 horas a 22 °C antes de llevar a cabo los ensayos mecánicos. Las muestras de control se almacenaron a una temperatura constante de 22 °C. Los ensayos mecánicos se realizaron conforme a la norma ASTM D638, en condiciones de laboratorio estándar (22 °C). "0 horas" representa a muestras no envejecidas almacenadas a 22 °C y sometidas a ensayo 24 horas después del posacabado.

Se debe tener en cuenta que las pruebas de envejecimiento acelerado a la intemperie no pueden representar completamente todas las condiciones de envejecimiento. Formlabs recomienda llevar a cabo ensayos adicionales en exteriores que sean relevantes para el uso que se le vaya a dar a la pieza.

Resultados de los ensayos

% del valor inicial



TIEMPO DE EXPOSICIÓN (h)

TIEMPO DE EXPOSICIÓN (h)

● Tough 1500 Resin V1 ● Tough 1500 Resin V2

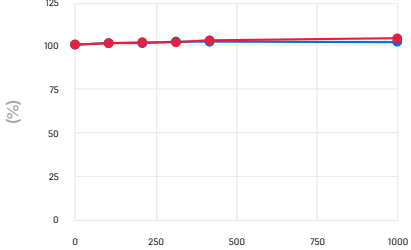
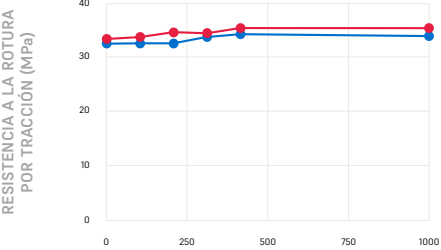
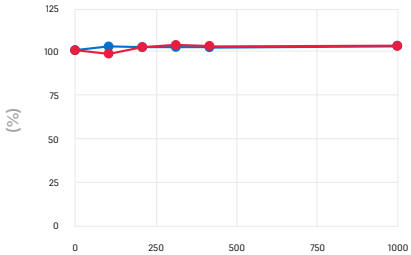
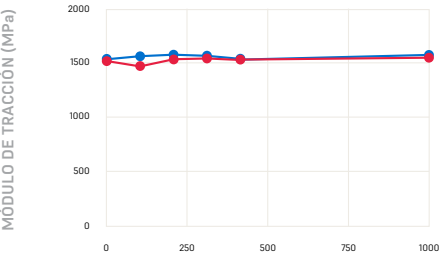
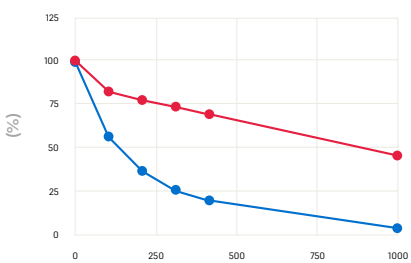
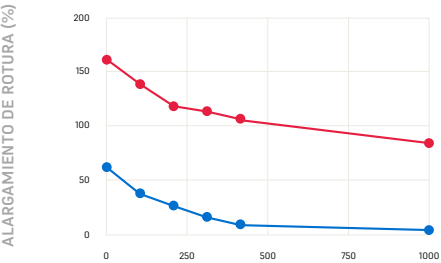
Envejecimiento en exteriores (ASTM D4329)

La Tough 1500 Resin V2 se sometió a ensayo en condiciones de envejecimiento acelerado en exteriores conforme a la norma ASTM D4329 (Ciclo A). Se expusieron las muestras de ensayo a las condiciones definidas de calor, condensación de agua y luz UV. Las muestras expuestas se acondicionaron durante 24 horas a 22 °C antes de llevar a cabo los ensayos mecánicos. Las muestras de control se almacenaron a una temperatura constante de 22 °C. Los ensayos mecánicos se realizaron conforme a la norma ASTM D638, en condiciones de laboratorio estándar (22 °C). "0 horas" representa a muestras no envejecidas almacenadas a 22 °C y sometidas a ensayo 24 horas después del posacabado.

Se debe tener en cuenta que las pruebas de envejecimiento acelerado a la intemperie no pueden representar completamente todas las condiciones de envejecimiento. Formlabs recomienda llevar a cabo ensayos adicionales en exteriores que sean relevantes para el uso que se le vaya a dar a la pieza.

Resultados de los ensayos

% del valor inicial



TIEMPO DE EXPOSICIÓN (h)

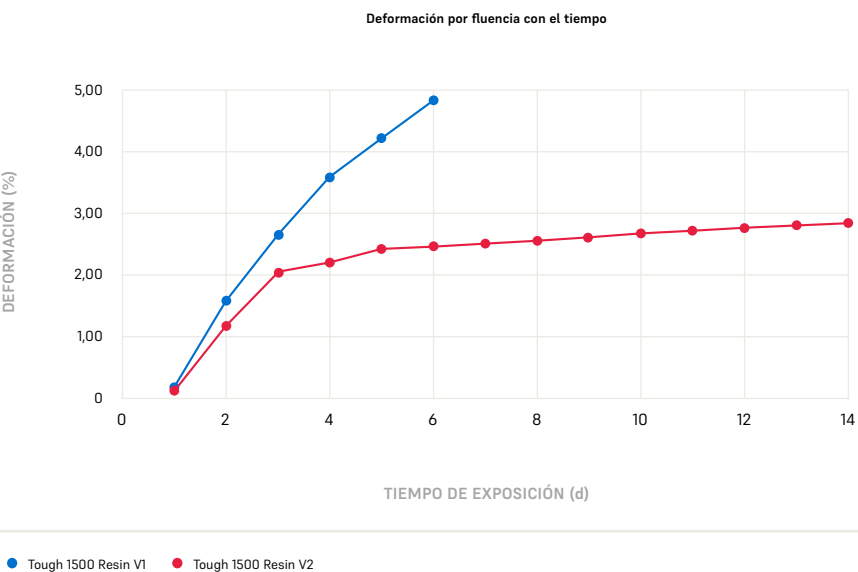
TIEMPO DE EXPOSICIÓN (h)

● Tough 1500 Resin V1 ● Tough 1500 Resin V2

ASTM D4329: Ciclo A para aplicaciones generales, QUV/se, UVA de 340 nm, 0,89 W/m²-nm, 8 horas de luz UV a 60 °C seguidas por 4 horas a una condensación de 50 °C a oscuras. Para reducir la deformación de las muestras durante el tiempo de ensayo, las muestras se colocaron en soportes hechos a medida sin mordazas de fijación ni cargas mecánicas. Las muestras expuestas siempre se retiraron de la cámara QUV antes del siguiente ciclo de condensación para que las muestras no quedaran excesivamente empapadas de agua antes de los ensayos.

Fluencia a la flexión (ISO 6602)

Formlabs evaluó la resistencia a la fluencia de la Tough 1500 Resin V2 usando la Norma ISO 6602. La prueba prevista por esta norma mide el índice de deformación de un material a una temperatura constante y bajo una carga fija. Las muestras se sometieron a ensayo a 22 °C, bajo una carga de 4,0 MPa. La flexión se midió una vez al día a lo largo de 14 días.



Análisis mecánico dinámico (DMA)

Se muestra una curva de DMA para la Tough 1500 Resin V2 que va de 0 °C a 140 °C a 3 °C/min. Se observa una transición vítrea a los 109,6 °C, mientras que se observa una inflexión del módulo de almacenamiento (elástico) a los 60,8 °C.

