

Tough 1500 Resin V2

Materiale rigido ma conforme, con una tenacità paragonabile a quella del polipropilene

Prototipi che richiedono tenacità, conformità e resistenza del polipropilene.

Dime e fissaggi resistenti agli urti, in grado di resistere all'uso prolungato nello stabilimento di produzione.

Alloggiamenti tenaci e robusti con elementi funzionali quali viti autofilettanti, estrusioni e accoppiamenti a scatto.

Parti che richiedono una combinazione di rigidità e duttilità per creare meccanismi conformi come chiusure, elementi flessibili e smorzatori.



V2 FLT01502

Data di preparazione 18/03/2025

Rev. 03 22/04/2025

In base ai dati in nostro possesso, le informazioni contenute nel presente documento sono corrette. Tuttavia, Formlabs Inc. non fornisce alcuna garanzia, esplicita o implicita, circa l'accuratezza dei risultati ottenuti dall'utilizzo di tali informazioni.

La Tough 1500 Resin V2 è un materiale resiliente con resistenza, rigidità e tenacità comparabili al polipropilene. Offre una resistenza eccezionale a fratture, impatti e frantumazione.

Consente di creare parti che bilanciano rigidità e duttilità per meccanismi conformi come alloggiamenti robusti con viti autofilettanti e accoppiamenti a scatto. La Tough 1500 Resin V2 è adatta a un'ampia gamma di applicazioni, da prototipi funzionali a dime e fissaggi per utilizzo finale.

La Tough 1500 Resin V2 è una nuova formulazione ottimizzata per la serie Form 4 che consente di ottenere una resistenza alle fratture 10 volte superiore rispetto alla versione precedente.

Proprietà del materiale ¹			METODO
	Stato grezzo ²	Dopo polimerizzazione post-stampa ³	
Proprietà elastiche ¹			METODO
Carico di rottura a trazione	30 MPa	34 MPa	ASTM D638-14
Modulo di elasticità	1250 MPa	1460 MPa	ASTM D638-14
Carico di rottura	30 MPa	34 MPa	ASTM D638-14
Allungamento	5,6%	6,1%	ASTM D638-14
Allungamento a rottura	210%	155%	ASTM D638-14
Proprietà di resistenza a flessione ¹			METODO
Resistenza alla flessione	26 MPa	41 MPa	ASTM D790-17
Modulo di flessione	900 MPa	1370 MPa	ASTM D790-17
Proprietà di tenacità ¹			METODO
Resistenza all'urto Izod con intaglio	45 J/m	42 J/m	ASTM D256-10
Resistenza all'urto Izod senza intaglio	1080 J/m	910 J/m	ASTM D4812-11
Resistenza all'urto Charpy con intaglio	8,9 kJ/m ²	7,5 kJ/m ²	ISO 179-1
Resistenza all'urto Charpy senza intaglio	63 kJ/m ²	57 kJ/m ²	ISO 179-1
Resistenza all'urto Gardner a 0,79 mm (1/32")	7 J	5,9 J	ASTM D5420-21
Resistenza all'urto Gardner a 1,6 mm (1/16")	12,4 J	11,1 J	ASTM D5420-21
Resistenza al test Ross Flex a 23 °C	11 000 cicli	8000 cicli	Interna (23 °C, deviazione di 60 gradi a 1 hz)
Proprietà di frattura ¹			METODO
Massimo fattore di intensificazione delle sollecitazioni (Kmax)	1,7 MPa · m ^{1/2}	1,7 MPa · m ^{1/2}	ASTM D5045-14
Lavoro di frattura (W _f)	1090 J/m ²	1011 J/m ²	ASTM D5045-14

¹ Le proprietà del materiale possono variare in base a geometria della parte, orientamento di stampa, impostazioni di stampa e temperatura.

² Dati ottenuti da parti grezze stampate con la Form 4 a 100 µm, con le impostazioni della Tough 1500 Resin V2, senza trattamenti aggiuntivi.

³ I dati per i campioni sottoposti a polimerizzazione post-stampa sono stati misurati su barre di trazione di tipo I stampate su una stampante Form 4 con le impostazioni della Tough 1500 Resin V2 per 100 µm, lavate in una Form Wash per 10 minuti in alcool isopropilico pari o superiore al 99% e sottoposte a polimerizzazione post-stampa a 70 °C per 12 minuti in una Form Cure (2nd Generation).

Proprietà del materiale ¹			METODO
	Stato grezzo ²	Dopo polimerizzazione post-stampa ³	
Proprietà termiche ¹			METODO
Temperatura di distorsione termica a 1,8 MPa	42 °C	53 °C	ASTM D648-16
Temperatura di distorsione termica a 0,45 MPa	54 °C	66 °C	ASTM D648-16
Dilatazione termica (0-150 °C)	116 µm/m/°C	99 µm/m/°C	ASTM E831-19
Infiammabilità	Test non eseguito	HB	UL 94
Proprietà elettriche ¹			METODO
	Stato grezzo ²	Dopo polimerizzazione post-stampa ³	
Rigidità dielettrica	Test non eseguito	23,4 kV/mm	ASTM D149-20
Costante dielettrica (50 Hz)	Test non eseguito	4,5	ASTM D150 (50 Hz)
Costante dielettrica (1 kHz)	Test non eseguito	3,9	ASTM D150 (1 kHz)
Fattore di dissipazione (50 Hz)	Test non eseguito	0,018	ASTM D150 (50 Hz)
Fattore di dissipazione (1 kHz)	Test non eseguito	0,013	ASTM D150 (1 kHz)
Resistività di volume	Test non eseguito	2,91 * 10 ¹⁵ Ω · cm	ASTM D257-14
Altre proprietà ¹			METODO
Durezza Shore D	70D	76D	ASTM D2240
Densità volume	1,12 g/mL		ASTM D792-20
Viscosità a 25 °C	1000 cP		ASTM D792-20
Densità del liquido	1.02 g/mL		ASTM D792-20

¹ Le proprietà del materiale possono variare in base a geometria della parte, orientamento di stampa, impostazioni di stampa e temperatura.

² Dati ottenuti da parti grezze stampate con la Form 4 a 100 µm, con le impostazioni della Tough Resin V2, senza trattamenti aggiuntivi.

³ I dati per i campioni sottoposti a polimerizzazione post-stampa sono stati misurati su barre di trazione di tipo I stampate su una stampante Form 4 con le impostazioni della Tough Resin V2 per 100 µm, lavate in una Form Wash per 10 minuti in alcool isopropilico pari o superiore al 99% e sottoposte a polimerizzazione post-stampa a 70 °C per 12 minuti in una Form Cure (2nd Generation).

COMPATIBILITÀ CHIMICA

Incremento percentuale di peso in 24 ore per un cubo di 1 x 1 x 1 cm stampato e immerso nei rispettivi solventi:

Solvente	Incremento di peso (%) in 24 ore	Solvente	Incremento di peso (%) in 24 ore
Acido acetico 5%	0,5	Olio minerale (pesante)	0,3
Acetone	37,3	Olio minerale (leggero)	0,3
Candeggina (NaOCl 5%)	0,4	Acqua salina (NaCl 3,5%)	0,9
Acetato di isobutile	4,5	Skydrol 5	6,9
Carburante diesel	6,9	Soluzione di idrossido di sodio (0,025%, pH 10)	0,6
Glicole dietilenico monometiltere	6,2	Acido forte (acido cloridrico conc.)	0,4
Olio per comandi idraulici	0,3	TPM	0,9
Perossido di idrogeno (3%)	0,6	Acqua	0,8
Isototano	3,4	Xilene	4,1
Alcool isopropilico	15,6		

Compatibilità chimica (ASTM D543)

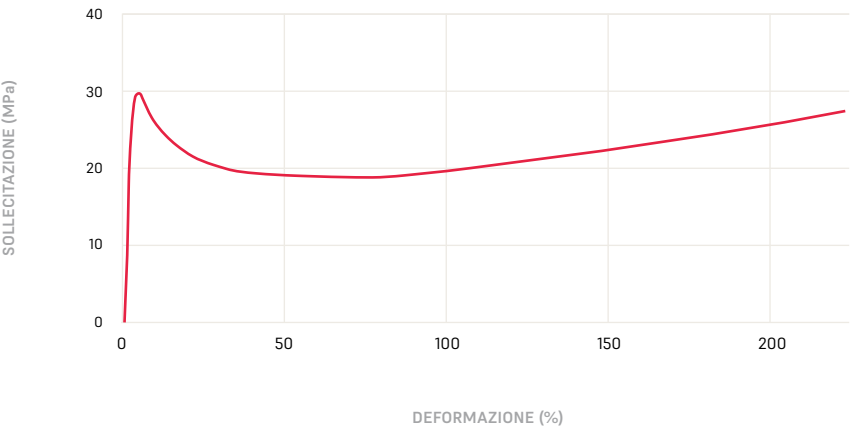
La compatibilità chimica della Tough 1500 Resin V2 è stata testata in conformità allo standard ASTM D543. L'effetto delle diverse sostanze chimiche è stato testato misurando modulo di flessione e resistenza alla flessione dopo diversi tempi di esposizione. I campioni analizzati sono stati conservati in contenitori e immersi nelle sostanze in questione per 1 giorno e 1 settimana. Una volta rimossi, i campioni esposti sono stati lavati e condizionati per 24 ore a 22 °C prima dei test meccanici. I test meccanici sono stati condotti in conformità alla norma ASTM D638 in condizioni di laboratorio standard (22 °C). I risultati sono indicati come differenza percentuale dai valori misurati per i campioni non esposti.

Sostanza chimica	Tempo di esposizione	Differenza modulo di flessione (%)	Differenza resistenza alla flessione (%)	Differenza massa (%)
Isopropanolo	1 giorno	-41%	-47%	8,7%
	1 settimana	-69%	-77%	23,6%
Acetone	1 giorno	-51%	-59%	42,0%
	1 settimana	-46%	-54%	42,0%
NaOH (10%)	1 giorno	0%	-1%	0,3%
	1 settimana	1%	2%	0,5%
HCl (10%)	1 giorno	0%	1%	0,3%
	1 settimana	3%	0%	0,4%
Acqua deionizzata	1 giorno	2%	0%	0,3%
	1 settimana	0%	-2%	0,7%
Perossido di idrogeno (3%)	1 giorno	-1%	-2%	0,4%
	1 settimana	0%	0%	0,7%
Candeggina (6%)	1 giorno	1%	1%	0,4%
	1 settimana	3%	3%	0,5%
Combustibile diesel	1 giorno	-16%	-15%	2,6%
	1 settimana	-54%	-55%	7,9%
Olio motore (5W-30)	1 giorno	1%	-1%	-1,8%
	1 settimana	2%	1%	0,1%
Skydrol 5	1 giorno	-25%	-24%	3,9%
	1 settimana	-44%	-41%	6,6%

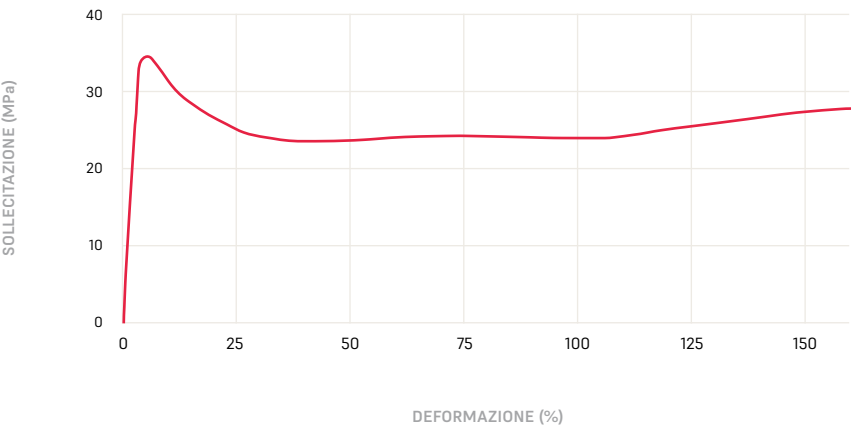
Curva di trazione rappresentativa (ASTM D638-14)

Tipo I, 5 mm/min

Stato grezzo



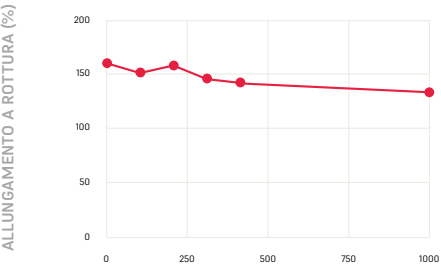
Polimerizzazione post-stampa



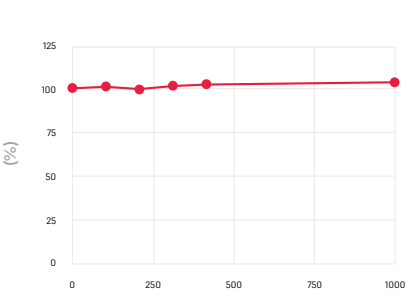
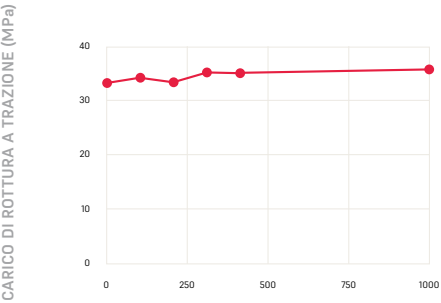
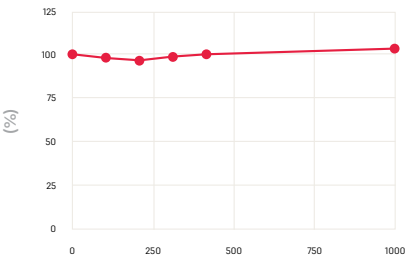
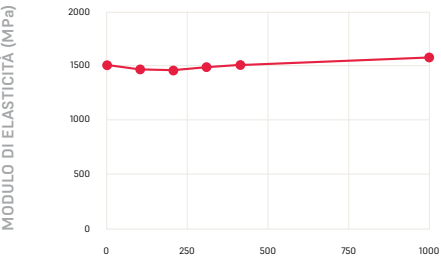
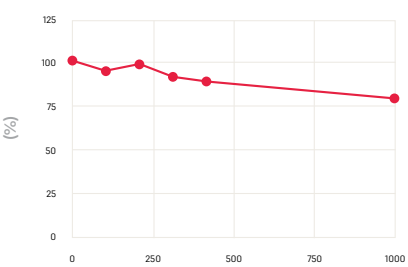
Invecchiamento termico (ASTM D3045)

Formlabs ha valutato le prestazioni di invecchiamento termico della Tough 1500 Resin V2 applicando il metodo di test ASTM D3045 per la valutazione dell'invecchiamento termico di materie plastiche senza carico. In questo test, vengono misurate le proprietà meccaniche di alcuni campioni posti in ambienti con una temperatura di 50 °C per diverse durate di tempo fino a sei settimane.

Risultato del test



% del valore iniziale



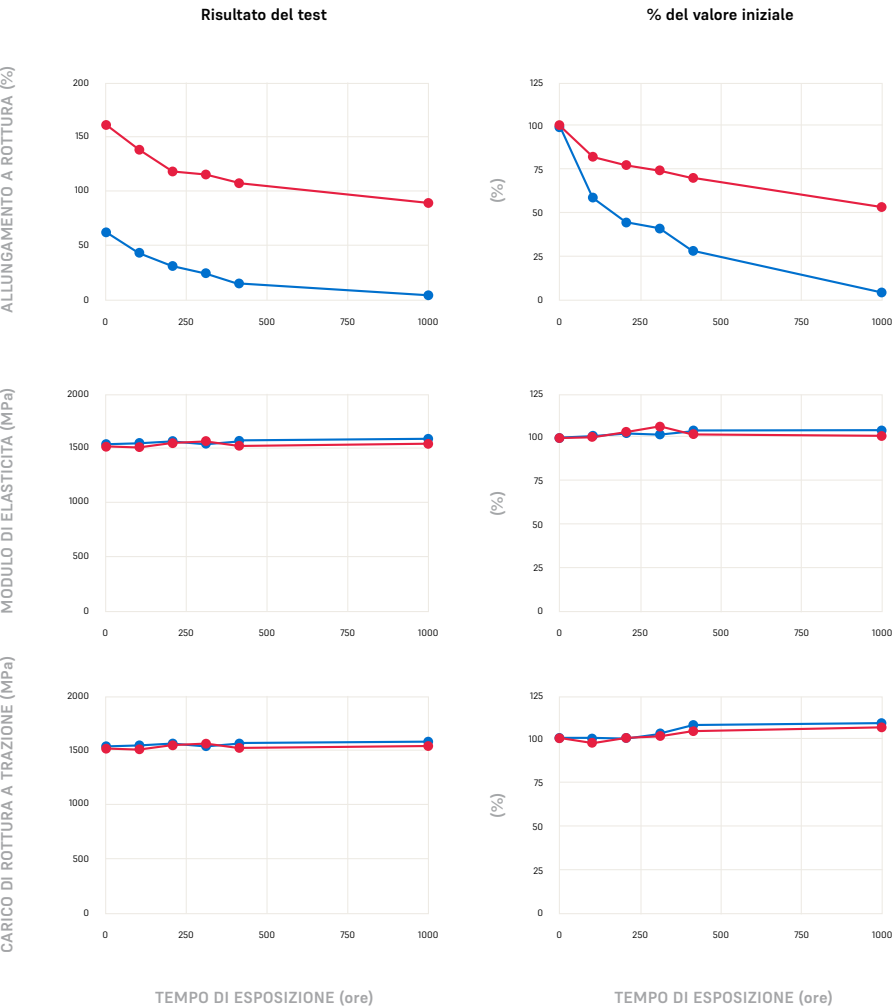
TEMPO DI ESPOSIZIONE (ore)

TEMPO DI ESPOSIZIONE (ore)

Invecchiamento in ambienti chiusi (ASTM D4459)

Formlabs ha valutato le prestazioni di invecchiamento ai raggi UV della Tough 1500 Resin V2 applicando la norma di test ASTM D4459 per l'esposizione ad arco allo xeno di materie plastiche per applicazioni in ambienti chiusi. Questo test simula l'invecchiamento di materiali polimerici provocato da esposizione alle radiazioni solari attraverso un vetro. I campioni esposti sono stati condizionati per 24 ore a 22 °C prima dei test meccanici. I campioni di controllo sono stati conservati a una temperatura costante di 22 °C. I test meccanici sono stati condotti in conformità ad ASTM D638 in condizioni di laboratorio standard (22 °C). "0 ore" rappresenta campioni non invecchiati conservati a 22 °C e testati 24 ore dopo la post-elaborazione.

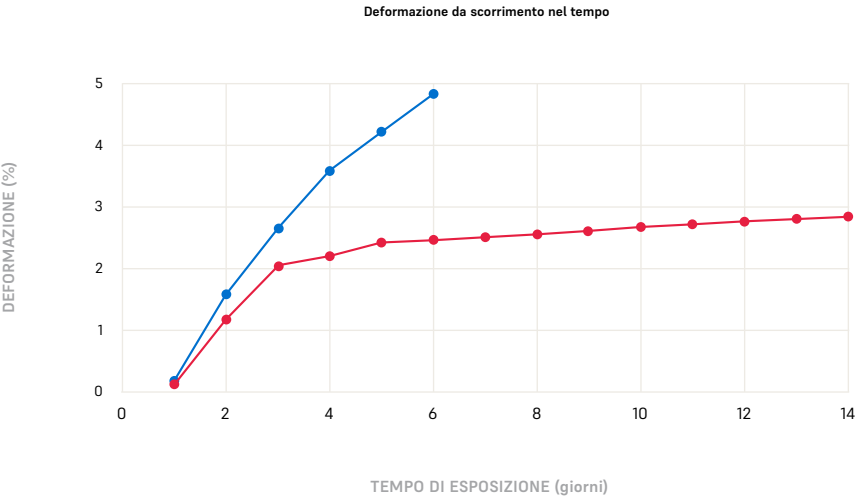
I test di resistenza agli agenti atmosferici accelerati non possono riprodurre accuratamente tutte le condizioni di invecchiamento. Formlabs consiglia di effettuare ulteriori test all'aperto in base alle specifiche esigenze dell'applicazione.



● Tough 1500 Resin V1 ● Tough 1500 Resin V2

Resistenza allo scorrimento ISO 6602

Formlabs ha valutato la resistenza allo scorrimento della Tough 1500 Resin V2 utilizzando la norma ISO 6602. Questo test misura il tasso di deformazione dei materiali a temperatura costante sotto un carico fisso. I campioni sono stati testati a 22 °C sotto un carico di 4 MPa. La distorsione è stata misurata una volta al giorno nel corso di 14 giorni.



● Tough 1500 Resin V1 ● Tough 1500 Resin V2

Analisi meccanica dinamica (DMA)

Il grafico mostra una curva DMA della Tough 1500 Resin V2 da 0 °C a 140 °C a 3 °C/min. A 109,6 °C si osserva una transizione vetrosa, mentre a 60,8 °C si può osservare un'inflexione del modulo conservativo (di flessione).

