



EVERFLON™ ETFE

# Manuale delle funzionalità

Ethylene-Tetrafluoroethylene Copolymer

EVERFLON ACADEMIC

# Introduzione

L'Everflon™ ETFE è un fluoropolimero termoplastico sviluppato da C&F Group. È un copolimero composto da tetrafluoroetilene (C<sub>2</sub>F<sub>4</sub>) ed etilene (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>).

I fluoropolimeri Everflon™ ETFE sono termoplastici processabili per fusione. Appartengono alla famiglia di prodotti a base di fluoro che comprende le resine fluoropolimeriche Everflo™ PTFE, FEP e PFA.

Questo manuale presenta dati per ingegneri e altri soggetti coinvolti nella selezione dei materiali e nella progettazione dei prodotti. Contiene informazioni dettagliate per la valutazione dell'Everflon™ ETFE in applicazioni elettriche, meccaniche e chimiche.

Tutte le proprietà presentate in questo manuale devono essere considerate valori tipici e non devono essere utilizzate a scopo di specifica.

È disponibile una varietà di composizioni naturali e rinforzate, che consentono la selezione delle resine in base ad applicazioni o esigenze di lavorazione specifiche.

Per ulteriori dati tecnici, informazioni sulla linea attuale di gradi Everflon™ ETFE o assistenza nella progettazione di un'applicazione specifica, contattare il proprio rappresentante di vendita.

# Fluoropolimeri Everflon™ ETFE disponibili in commercio

Everflon™ ETFE Grade	Caratteristiche della resina	Applicazioni
4003	Resina fluoropolimerica di alta qualità con una portata relativamente bassa, una durata di flessione notevolmente migliorata e resistenza alle sollecitazioni ambientali	Componenti, rivestimenti e parti stampate per l'utilizzo in ambienti termici, meccanici e chimici insolitamente estremi
4010	Resina fluoropolimerica per uso generico con portata intermedia. La temperatura massima di esercizio consigliata è di 150 °C (302 °F)	Guaine elettriche, bobine, prese, connettori e interruttori
4020	Eccezionale resistenza alle cricche da stress con proprietà meccaniche superiori ad alte temperature Il più alto MFR tra le resine ETFE	Componenti, rivestimenti e parti stampate per l'utilizzo in ambienti termici, meccanici e chimici insolitamente estremi
4030	Il più alto MFR tra le resine ETFE	Ideali per stampaggio a iniezione ed estrusione a parete sottile
C-4003	Resina semiconduttiva a dissipazione statica con basso MFR	Tubi estrusi, tubi e altri profili per tubi flessibili Rivestimenti di componenti utilizzati nelle industrie di trasformazione chimica Film industriali Articoli stampati a iniezione e soffiaggio che richiedono proprietà elettriche, chimiche e termiche superiori e resistenza alle cricche da stress
C-4010	Resina semiconduttiva a dissipazione statica	Tubi estrusi, tubi e altri profili per tubi flessibili Articoli stampati a iniezione e soffiaggio che richiedono proprietà elettriche, chimiche e termiche superiori
JP-40	Polvere per applicazioni speciali	Ideali quando i materiali devono essere dispersi in una matrice di ETFE. I materiali possono essere ben dispersi nella polvere e quindi stampati a compressione o miscelati per fusione per ulteriori lavorazioni.
GS-40	Grado per stampaggio rotazionale e rivestimento rotazionale	Parti cave Geometrie complesse Rivestimento
X-40	Resina ETFE reticolabile	Filo di reticolazione radiografica

La specifica ASTM relativa all'ETFE Everflon™ è la D3159.

L'ETFE Everflon™ è inoltre richiesto in varie specifiche industriali e militari per tubi, parti stampate e film, nonché in numerose applicazioni per fili e cavi.

# Proprietà generali dei fluoropolimeri ETFE Everflon™

L'Everflon™ ETFE può essere descritto al meglio come un termoplastico robusto con un eccezionale equilibrio di proprietà.

Meccanicamente, è tenace e presenta una rigidità media (1.170 MPa [170.000 psi]), resistenza agli urti e all'abrasione. La resistenza alla flessione dipende dal grado utilizzato.

Si ritiene generalmente che l'Everflon™ ETFE abbia una temperatura di utilizzo continuo a vuoto di 150 °C. In alcune applicazioni specifiche, l'Everflon™ ETFE può raggiungere una temperatura di servizio superiore a 230 °C. Consultare la sezione "Proprietà termiche" per una discussione più completa sulla classificazione termica.

L'Everflon™ ETFE è resistente agli agenti atmosferici, inerte alla maggior parte dei solventi e delle sostanze chimiche ed è idroliticamente stabile. Presenta un'eccellente resistenza alle radiazioni, ma non è immune ai danni derivanti dall'esposizione prolungata ai raggi gamma, soprattutto a temperature elevate. Laddove siano richiesti requisiti specifici in materia di radiazioni, è necessario effettuare test adeguati dell'applicazione proposta in ambiente radioattivo per stabilire l'idoneità dell'Everflon™ ETFE per tale applicazione.

Dal punto di vista elettrico, l'Everflon™ ETFE è un eccellente dielettrico a basse perdite con un'uniformità delle proprietà elettriche normalmente non riscontrabile in altri materiali termoplastici.

L'Everflon™ ETFE può essere estruso o stampato a iniezione facilmente, utilizzando tecniche convenzionali, e quindi non presenta particolari problemi di formazione per gli operatori. Per cicli di produzione prolungati si consigliano attrezzature resistenti alla corrosione. Per gli stampi a iniezione si consigliano stampi riscaldati elettricamente.

L'Everflon™ ETFE può funzionare con successo in applicazioni in cui altri materiali presentano carenze in termini di tenacità meccanica, ampia capacità termica, capacità di resistere a condizioni ambientali severe o sono limitati da problemi di fabbricazione.

Come per tutti i nuovi sviluppi, si raccomanda un programma completo di prototipazione e test per garantire prestazioni ottimali delle composizioni di Everflon™ ETFE in applicazioni specifiche.

Property	ASTM Method	Unit	Everflon™ ETFE
<b>Meccanica</b>			
Indice di fluidità	D3159	g/10 min	2-40
Resistenza a trazione, 23 °C	D638	MPa (psi)	46 (6,500)
Allungamento a rottura, 23 °C	D638	%	300
Resistenza a compressione, 23 °C	D695	MPa (psi)	17 (2,500)
Modulo di flessione	D790	MPa (psi)	600–1,200 (85,000–170,000)
Resistenza all'impatto, 23 °C	D256	J/m (ft-lb/in)	No Break
Durezza, Durometro, Shore D	D2240		67
Coefficiente di attrito, Metallo/Film	D1894		0.23
Deformazione sotto carico, 23 °C, 1.000 psi, 24 ore	D621	%	0.3
Coefficiente di dilatazione lineare	E831	mm/mm· °Cx10 <sup>-5</sup> (in/in· °Fx10 <sup>-5</sup> )	
0-100 °C			13.1 (7.3)
100-150 °C			18.5 (10.3)
150-200 °C			25.2 (14)
Peso specifico	D792		1.71
Assorbimento d'acqua, 24 ore	D570	%	0.007
<b>Elettrica</b>			
Resistività superficiale	D257	ohm·sq	>10 <sup>16</sup>
Resistività di volume	D257	ohm·cm	>10 <sup>16</sup>
Rigidità dielettrica, 23 °C	D149	kV/mm (V/mil)	
0,25 mm			64 (1,600)
3,20 mm			15 (370)
Costante dielettrica, 22 °C, 1 MHz	D1531		2.6
Fattore di dissipazione, 22 °C, 1 MHz	D1531		0.007
Arco Resistenza	D495	sec	122
<b>Termica</b>			
Punto di fusione	DSC D3417	°C ( °F)	220–280 (428–536)
Calore di fusione	DSC D3417	kJ/kg (Btu/lb)	50.7 (21.8)
Calore specifico	DSC	kJ/kg·K (cal/g·°C)	
25 °C			0.25
100 °C			0.3
150 °C			0.34
300 °C (fuso)			0.38
Calore di combustione	D240	MJ/kg (Btu/lb)	13.7 (5,900)
Conduttività termica		W/m·K (Btu-in/hr·ft <sup>2</sup> ·°F)	0.24 (1.65)
Indice limite di ossigeno (LOI)	D2863	%	30-32
Temperatura di deflessione termica	D648	°C ( °F)	
455 kPa (66 psi)			81 (177)
1620 kPa (264 psi)			51 (123)
Temperatura di servizio continuo		°C ( °F)	150 (302)

# Proprietà meccaniche

## Resistenza e rigidità

L'Everflon™ ETFE è meno denso, più tenace, più rigido e presenta una maggiore resistenza alla trazione e al creep rispetto alle resine fluoropolimeriche Everflon™ PTFE ed Everflon™ FEP. È, tuttavia, altrettanto duttile. Le composizioni di Everflon™ ETFE presentano relazioni sforzo-deformazione relativamente non lineari, caratteristiche di quasi tutti i materiali duttili.

## Resistenza all'impatto

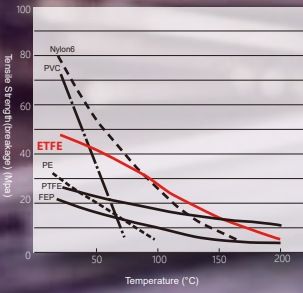
Come metodo per valutare la resistenza all'impatto delle materie plastiche, vengono utilizzati il test di impatto Izod, ASTM D256 o il test di impatto Charpy. L'Everflon™ ETFE ha un'elevata capacità di assorbimento dell'energia d'impatto e mantiene un'eccellente resistenza all'impatto in un ampio intervallo di temperature, anche nei test di impatto con intaglio.

## Proprietà di attrito e usura

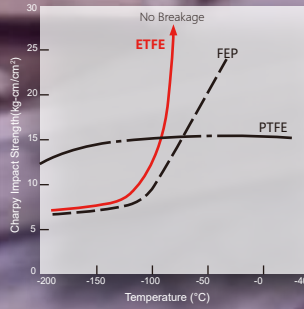
I coefficienti per determinare le proprietà di attrito e usura variano a seconda dei metodi e delle condizioni scelti. Pertanto, è necessario eseguire un test comparativo adatto all'applicazione desiderata. Il valore PV critico dell'ETFE Everflon™ è di circa 2,0 ( $\text{kg} \cdot \text{m} / \text{crr} \cdot \text{sec}$ ).

L'Everflon™ ETFE è inoltre significativamente resistente agli urti a bassa temperatura e, come evidente dai risultati mostrati in Figura 1, non si verificano rotture da impatto fino a  $-80\text{ }^\circ\text{C}$ . La distruzione inizia intorno a  $-100\text{ }^\circ\text{C}$  e l'energia richiesta per la rottura nell'intervallo da  $-120\text{ }^\circ\text{C}$  a  $-200\text{ }^\circ\text{C}$  è pressoché costante. Il punto di fragilità secondo ASTM D746 è  $-125\text{ }^\circ\text{C}$ , il che suggerisce che la temperatura di transizione vetrosa della porzione non cristallina dell'ETFE Everflon™ si trovi attorno a questo intervallo.

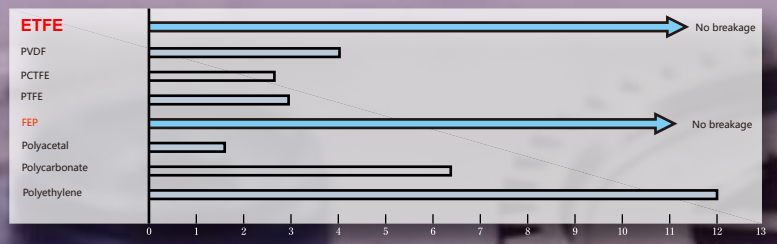
Effect of Temperature on Tensile Elongation



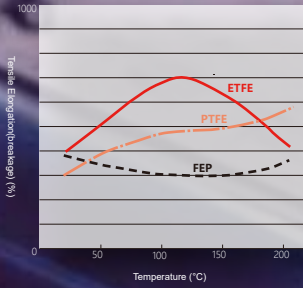
Effect of Temperature on Charpy Impact



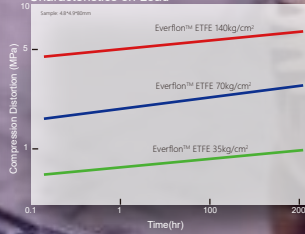
Impact Strength(ft.lb/in with notch, 25°C)



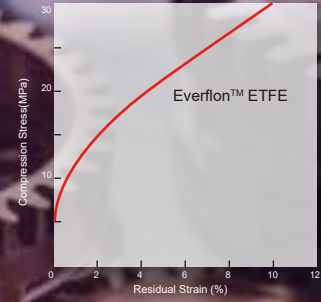
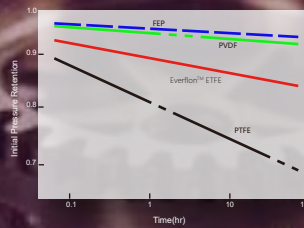
Effect of Temperature on Tensile Strength



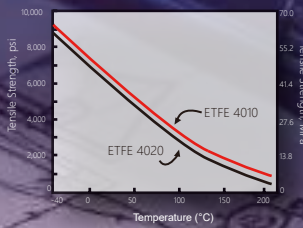
Dependence of Compression Creep Characteristics on Load



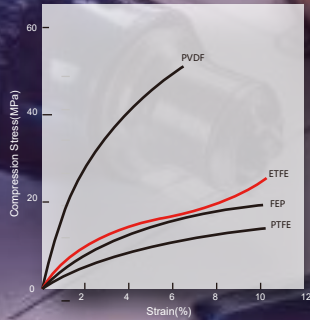
Compression Stress Relaxation



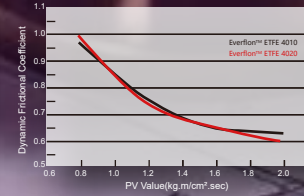
Tensile Strength vs. Temperature



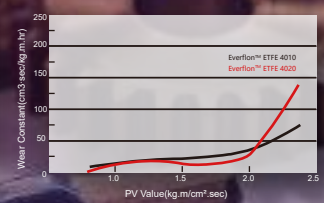
Compression Stress-Strain Curve



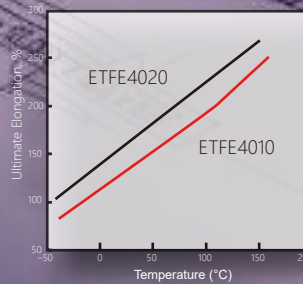
Dynamic Friction Coefficient and PV Value



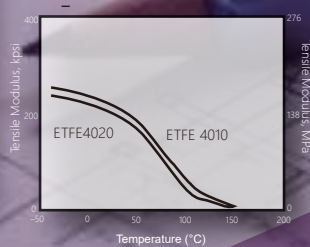
Wear Constant and PV Value



Elongation vs. Temperature



Compression Stress-Residual Strain Curve



Tensile Modulus vs. Temperature

Hub dati

## Proprietà meccaniche di vari materiali plastici

	ETFE	PTFE	PFA	ECTFE	PVDF	PE	PVC	Nylone6	Polyacetal
Peso specifico	1.75	2.2	2.15	2.17	1.75	0.95	1.4	1.1	1.42
Resistenza a trazione (MPa)	40-54	20-39	32-39	19-22	49-60	10-44	40-70	50-80	60-70
Allungamento (%)	350-450	230-600	340-400	250-330	200-300	20-700	2-40	60	16
Modulo di trazione (MPa)	500-800	400	---	670	800-1400	---	2500-4000	2700	3000-4500
Modulo di flessione (MPa)	850-1000	400-600	530-630	350	1400-1800	500-1000	2500-2800	1000-2800	2600-2900
Resistenza a flessione (MPa)	20-30	13	---	No Breakage	---	11-110	70-110	56-110	100
Modulo di compressione (MPa)	670	410	---	430	1300	---	---	---	4600
Durezza Rockwell	R55	R20	R50	R25	R110	D50-70	M5-120	R100-120	R120
Resistenza all'urto Izod (ft/lb.in, con intaglio) No Breakage		3.0	No Breakage	---	3.5-3.8	0.5-20	0.5-20	1-3.5	1-4
Coefficiente di attrito (rispetto a SUS)	0.20	0.09	0.20	0.20	0.21	0.35	0.45	0.15-0.40	0.14

# Proprietà chimiche

## Crepa da stress chimico

Alcuni materiali polimerici formano crepe quando sottoposti a stress chimico per un lungo periodo di tempo. La tabella mostra i risultati del metodo di prova ASTM D 1693, in cui una sottile striscia di foglio di plastica, spesso 2,3 mm e lunga 38 mm, è stata piegata di 180° e immersa in sostanze chimiche per 10 giorni. Il foglio è stato quindi esaminato per la formazione di crepe. L'ETFE Everflon™ ha una buona adattabilità allo stress chimico.

## Resistenza chimica

L'ETFE Everflon™ ha un'eccezionale resistenza all'attacco di sostanze chimiche e solventi che spesso causano il rapido deterioramento di altri materiali plastici. È superato solo dai fluoropolimeri Everflon™ in termini di resistenza chimica.

L'ETFE Everflon™ è inerte a molti acidi minerali forti, basi inorganiche, alogeni e soluzioni di sali metallici. Acidi carbossilici, anidridi, idrocarburi aromatici e alifatici, alcoli, aldeidi, chetoni, eteri, esteri, clorocarburi e solventi polimerici classici hanno scarsi effetti sull'ETFE Everflon™. In condizioni di forte stress, alcuni solventi a bassissima tensione superficiale tendono a ridurre la resistenza alla cricca da stress dei prodotti a basso peso molecolare. Acidi ossidanti molto forti come l'acido nitrico, basi organiche come le ammine e acidi solfonici ad alte concentrazioni e in prossimità del loro punto di ebollizione influiscono sull'ETFE Everflon™ in misura variabile.

## Effetti delle radiazioni

L'Everflon™ ETFE è molto più resistente ai fasci di elettroni e alle radiazioni gamma rispetto ad altri fluoropolimeri. Test hanno dimostrato che sia le temperature elevate che la presenza di ossigeno hanno un effetto deleterio sulle proprietà fisiche quando l'Everflon™ ETFE è esposto a radiazioni gamma. L'effetto sulle proprietà fisiche è significativamente ridotto in un'atmosfera inerte, come l'azoto. L'ETFE Everflon™ sembra degradarsi molto meno con la radiazione a fascio di elettroni rispetto alla radiazione gamma a livelli equivalenti di esposizione totale. La differenza è probabilmente dovuta al dosaggio molto più elevato in condizioni di fascio di elettroni. Il dosaggio più elevato apparentemente consente alle reazioni di reticolazione di prevalere, mentre la velocità molto più lenta sotto radiazione gamma apparentemente consente alle reazioni di ossidazione e degradazione concorrenti di prevalere. L'esposizione controllata a bassi livelli di radiazione a fascio di elettroni, soprattutto in atmosfere inerti, sembra comportare un basso livello di reticolazione con un miglioramento intrinseco di alcune proprietà. Tuttavia, l'esposizione oltre le condizioni controllate di basso livello provoca effetti negativi sulle proprietà fisiche. Come con la radiazione gamma, le reazioni di ossidazione sono inibite in atmosfere inerti.

## Stabilità idrolitica e assorbimento d'acqua

La stabilità idrolitica è indicata dall'assenza di deterioramento delle proprietà fisiche dopo lunghi periodi di esposizione all'acqua bollente. Utilizzando la resistenza alla trazione e l'allungamento a temperatura ambiente come proprietà di controllo, l'ETFE Everflon™ rimane sostanzialmente inalterato dopo 3.000 ore di esposizione all'acqua bollente. I dati sono mostrati nella tabella. L'assorbimento d'acqua per l'ETFE

40      145  
135

## Resistenza all'acqua calda

L'assorbimento d'acqua dell'ETFE Everflon™ è stato misurato secondo i metodi di prova ASTM D570, immergendo una lastra di 6 mm di spessore in acqua bollente per 2 ore. L'assorbimento d'acqua è risultato estremamente ridotto, indicando quindi che le proprietà elettriche e meccaniche non sono influenzate dalla presenza di umidità.

La tabella mostra la variazione di resistenza dell'ETFE Everflon™, misurata a temperatura ambiente dopo l'immersione di una lastra di 1 mm di spessore in acqua bollente per un determinato periodo di tempo. Come suggeriscono i dati sulla resistenza chimica, l'ETFE Everflon™ mostra un'eccellente resistenza anche all'acqua calda.

Prodotto	psi	Resistenza alla trazione Mpa	Allungamento, %
4010 (Nessuna esposizione)	5800	40	400
3.000 ore di acqua bollente	5800	40	390

## Permeazione di gas e permeazione di umidità

La permeazione di ossigeno, azoto, anidride carbonica, ecc. è approssimativamente costante indipendentemente dallo spessore del film.

L'energia di attivazione è di 6-8 kcal/mol.

La permeabilità ai gas e all'umidità dell'ETFE Everflon™ sono simili a quelle del polietilene o del polipropilene. La permeabilità ai gas è stata misurata con il metodo ASTM D1434, la permeabilità all'umidità con il metodo della tazza ASTM E96.

Materiale	Permeabilità, cm <sup>3</sup> /100 in224 ore · atm/mil
Anidride carbonica	250
Azoto	30
Ossigeno	400

## Resistenza alla fiamma e fumo

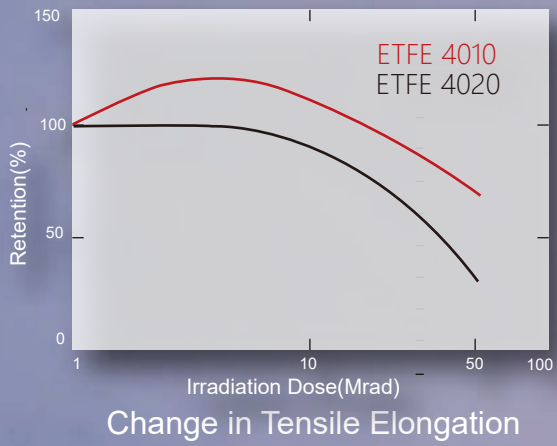
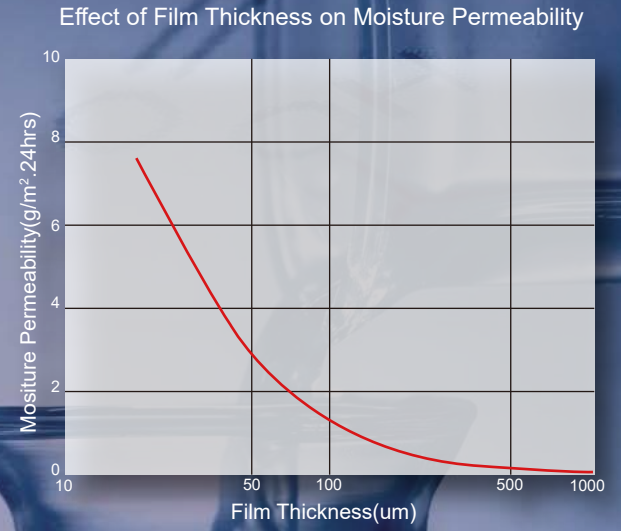
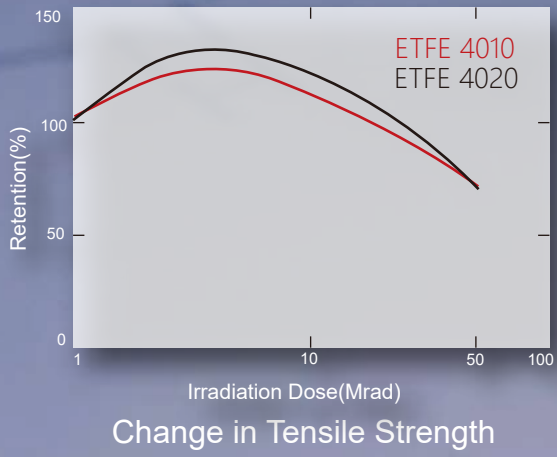
L'Everflon™ ETFE è classificato UL 94 V-0 per resine non pigmentate fino a 0,062 pollici di spessore. Il suo indice limite di ossigeno (LOI) è 30 secondo ASTM D2863, il che significa che è necessaria un'atmosfera contenente almeno il 30% di ossigeno per mantenere la combustione in una fiamma rivolta verso il basso. Secondo ASTM D635, l'Everflon™ ETFE ha un tempo medio di combustione (ATB) inferiore a 5 secondi e una lunghezza media di combustione (ALB) di 10 mm (0,39 pollici).

## Perdita di peso con l'invecchiamento

La perdita di peso dell'Everflon™ ETFE al di sotto del punto di fusione è compresa tra lo 0,1 e lo 0,3%, la maggior parte della quale è dovuta Umidità.

## Resistenza agli agenti atmosferici

L'Everflon™ ETFE mostra una buona resistenza agli agenti atmosferici e il film "Techyours™ ETFE", ottenuto mediante stampaggio per estrusione, non subisce variazioni nelle sue proprietà anche se utilizzato all'esterno come materiale di rivestimento.



4010

Hub dati

## Cricca da stress chimico dell'ETFE Everflon™

Chimica	Temperatura chimica °C	Numero di pezzi criccati	
		ETFE 4010	ETFE 4020
Nitrobenzene	121	0/5	0/5
Anilina	121	0/5	0/5
Benzaldeide	121	0/5	0/5
Clorobenzene	121	0/5	0/5
Etilendiammina	117	0/5	0/5
Dimetilformammide	121	0/5	0/5
Dimetilsolfossido	121	0/5	0/5
Dimetilacetammide	121	0/5	0/5
Acido nitrico 60%	121	0/5	0/5

## Cricca da stress chimico dell'Everflon™ ETFE

Characteristics	Tempo di esposizione (ore)	15um ETFE Film			25um ETFE Film		
		0	1000	2000	0	1000	2000
Resistenza alla trazione (MPa)		48	48	48	48	48	48
Ritenzione a trazione (%)		-	102	102	-	102	102
Allungamento (%)		340	390	390	340	390	390
Ritenzione del modulo elastico (%)		-	116	116	-	116	116
Modulo elastico a trazione		780	800	800	780	800	800

## Perdita di peso iniziale delle resine ETFE Everflon™ oltre i 300 °C

Temperatura		Everflon™ ETFE 4010 wt loss, %/hr
°C	°F	
300	572	0.05
330	626	0.26
35	662	0.86
370	698	1.60

## Test di laboratorio effettivi sulla compatibilità chimica dell'ETFE Everflon™ con sostanze chimiche rappresentative

Chimico	Punto di ebollizione		Temperatura di prova		Giorni	Proprietà mantenute, %		
	°C	°F	°C	°F		Resistenza alla trazione	Allungamento	Aumento di peso
<b>Acidi/Anidridi</b>								
Acido acetico (glaciale)	118	244	118	244	7	82	80	3.4
Anidride acetica	139	282	139	282	7	100	100	0
Acido tricloroacetico	196	384	100	212	7	90	70	0
<b>Idrocarburi alifatici</b>								
Olio minerale	—	—	180	356	7	90	60	0
Nafta	—	—	100	212	7	100	100	0.5
<b>Idrocarburi aromatici</b>								
Benzene	80	176	80	176	7	100	100	0
Toluene	110	230	110	230	7	—	—	—
<b>Aromatici funzionali</b>								
o-Cresolo	191	376	180	356	7	100	100	0
<b>Ammine</b>								
Anilina	185	365	120	248	7	81	99	2.7
Anilina	185	365	120	248	30	93	82	—
Anilina	185	365	180	356	7	95	90	—
N-Metilanilina	195	383	120	248	7	85	95	—
N-Metilanilina	195	383	120	248	30	100	100	—
N, N-Dimetilanilina	190	374	120	248	7	82	97	—
n-Butilamina	78	172	78	172	7	71	73	4.4
Di-n-Butilamina	159	318	120	248	7	81	96	—
Di-n-Butilamina	159	318	120	248	30	100	100	—
Di-n-Butilamina	159	318	160	320	7	55	75	—
Tri-n-Butilamina	216	421	120	248	7	81	80	—
Tri-n-Butilamina	216	421	120	248	30	100	100	—
Piridina	116	240	116	240	7	100	100	1.5
<b>Solventi clorurati</b>								
Tetracloruro di carbonio	78	172	78	172	7	90	80	4.5
Cloroformio	62	144	61	142	7	85	100	4.0
Dicloroetilene	77	170	32	90	7	95	100	2.8
Cloruro di metilene	40	104	40	104	7	85	85	0
CFC-113	46	115	46	115	7	100	100	0.8
<b>Eteri</b>								
Tetraidrofurano	66	151	66	151	7	86	93	3.5
<b>Aldeide/Chetoni</b>								
Acetone	56	132	56	132	7	80	83	4.1
Acetofenone	201	394	180	356	7	80	80	1.5
Cicloesanone	156	312	156	312	7	90	85	0
Metile Etilchetone	80	176	80	176	7	100	100	0

Chimico	Punto di ebollizione		Temperatura di prova		Giorni	Proprietà mantenute, %		
	°C	°F	°C	°F		Resistenza alla trazione	Allungamento	Aumento di peso
<b>Esteri</b>								
Acetato di n-butile	127	260	127	260	7	80	60	0
Acetato di etile	77	170	77	170	7	85	60	0
<b>Solventi polimerici</b>								
Dimetilformammide	154	309	90	194	7	100	100	1.5
Dimetilformammide	154	309	120	248	7	76	92	5.5
Dimetilsolfossido	189	373	90	194	7	95	90	1.5
<b>Altri composti organici</b>								
Alcol benzilico	205	401	120	248	7	97	90	—
Cloruro di benzoile	197	387	120	248	7	94	95	—
<b>Altri composti organici (continua)</b>								
Cloruro di benzoile	197	387	120	248	30	100	100	—
Decalina	190	374	120	248	7	89	95	—
Cloruro di ftaloile	276	529	120	248	30	100	100	—
<b>Acidi</b>								
Clorrico (Conc.)	106	223	23	73	7	100	90	0
Clorrico (Conc.)	106	223	106	223	7	96	100	0.1
Clorrico (Conc.)	125	257	125	257	7	100	100	—
Clorrico (Conc.)	—	—	23	73	7	97	95	0.1
Solforico (Conc.)	—	—	100	212	7	100	100	0
Solforico (Conc.)	—	—	120	248	7	98	95	0
Solforico (Conc.)	—	—	150	302	*	98	90	0
Acqua regia	—	—	90	194	*	93	89	0.2
Nitrico—25%	100	212	100	212	14	100	100	—
Nitrico—50%	105	221	105	221	14	87	81	—
Nitrico—70% (Conc.)	120	248	23	73		100	100	0.5
Nitrico—70% (Conc.)	120	248	60	140	53	100	100	—
Nitrico—70% (Conc.)	120	248	120	248	2	72	91	—
Nitrico—70% (Conc.)	120	248	120	248	3	58	5	—
Nitrico—70% (Conc.)	120	248	120	248	7	0	0	—
Cromico	125	257	125	257	7	66	25	—
Fosforico (Conc)	—	—	100	212	7	—	—	—
Fosforico (Conc)	—	—	120	248	7	94	93	0
<b>Alogeni</b>								
Bromo (Anhy)	59	138	23	73	7	90	90	1.2
Bromo (Anhy)	59	138	57	135	7	99	100	—
Bromo (Anhy)	59	138	57	135	30	94	93	3.4
Cloro (Anhy)	—	—	120	248	7	85	84	7

Chimico	Punto di ebollizione		Temperatura di prova		Giorni	Proprietà mantenute, %		
	°C	°F	°C	°F		Resistenza alla trazione	Allungamento	Aumento di peso
<b>Basi</b>								
Idrossido di ammonio	—	—	66	150	7	97	97	0
Idrossido di potassio - 20%	—	—	100	212	7	100	100	0
Idrossido di sodio - 20%	—	—	120	248	7	94	80	0.2
<b>Perossidi</b>								
Perossido di idrogeno - 30%	—	—	23	73	7	99	98	0
<b>Attaccanti salini</b>								
Cloruro ferrico - 25%	104	220	100	212	7	95	95	0
Cloruro di zinco - 25%	104	220	100	212	7	100	100	0
<b>Altri inorganici</b>								
Cloruro di solforile	68	115	68	155	7	86	100	8
Tricloruro fosforico	75	167	75	167	7	100	98	—
Ossicloruro fosforico	104	220	104	220	7	100	100	—
Tetracloruro di silicio	60	140	60	140	7	100	100	—
Acqua	100	212	100	212	7	100	100	0
<b>Varie</b>								
Skydrol	—	—	149	300	7	100	95	3.0
Aerosafe	—	—	149	300	7	92	93	3.9
Soluzione strippante A-20	—	—	140	284	7	90	90	—

# Proprietà termiche

Si ritiene che l'ETFE Everflon™ abbia una temperatura di utilizzo continuo a vuoto di 150 °C. Questa temperatura di utilizzo continuo si basa su test di invecchiamento di 10.000 ore che prevedono l'esposizione di provini di trazione standard e isolamenti di fili a una serie di temperature elevate per determinare la velocità di variazione di diverse proprietà fisiche nel tempo. L'allungamento e la resistenza alla trazione sono proprietà che variano significativamente con l'esposizione alla temperatura.

In pratica, la temperatura massima di esercizio di un materiale dipende dalla natura specifica dell'applicazione finale. Secondo l'Underwriters Laboratory, il livello di proprietà fisiche e la percentuale di livello di proprietà non invecchiate sono due criteri di fine vita che sembrano avere la maggiore importanza in relazione alle applicazioni finali. Le tabelle contengono le temperature massime di esercizio stimate in base ai diversi possibili requisiti di utilizzo finale. Questi risultati sono coerenti con le informazioni fornite graficamente nelle figure. Le temperature di esercizio effettive possono differire dai risultati riportati in tabella, a seconda di fattori quali invecchiamento sotto carico, esposizione chimica, supporto del substrato, ecc. Queste temperature di esercizio devono essere utilizzate come linee guida. È necessario effettuare test prestazionali in condizioni d'uso finali per verificare l'accettabilità dell'ETFE Everflon™ per ogni specifica applicazione.

Una definizione convenzionale di temperatura di esercizio superiore è la temperatura più bassa alla quale una delle principali proprietà fisiche si riduce della metà dopo 20.000 ore. Utilizzando le Tabelle 1 e 2, l'ETFE Everflon™ 4010 ha una temperatura di emivita di 20.000 ore di circa 159 °C. (Per l'ETFE Everflon™, l'allungamento diminuisce più velocemente della resistenza alla trazione; pertanto, l'emivita di 20.000 ore per la resistenza alla trazione è di 176 °C.

Un'altra definizione di temperatura di servizio superiore è la temperatura alla quale l'allungamento scende al 50% dopo 20.000 ore di esposizione. La temperatura di servizio superiore prevista sarebbe di 175 °C.

## Decomposizione termica

La temperatura di fine della diminuzione di peso, quando la temperatura viene aumentata alla velocità di 10 °C, è compresa tra 350 e 360 °C in aria e tra 390 e 400 °C in azoto. L'energia di attivazione della decomposizione termica è di circa 30 kcal/mol in aria e di circa 55 kcal/mol in azoto.

Pertanto, alla normale temperatura di stampaggio, la decomposizione termica non si verifica. Tuttavia, anche intorno ai 300 °C, se mantenuta per un lungo periodo di tempo, si verifica una perdita di peso dovuta alla decomposizione. In tale situazione, il gas generato dalla decomposizione è costituito principalmente da acido fluoridrico.

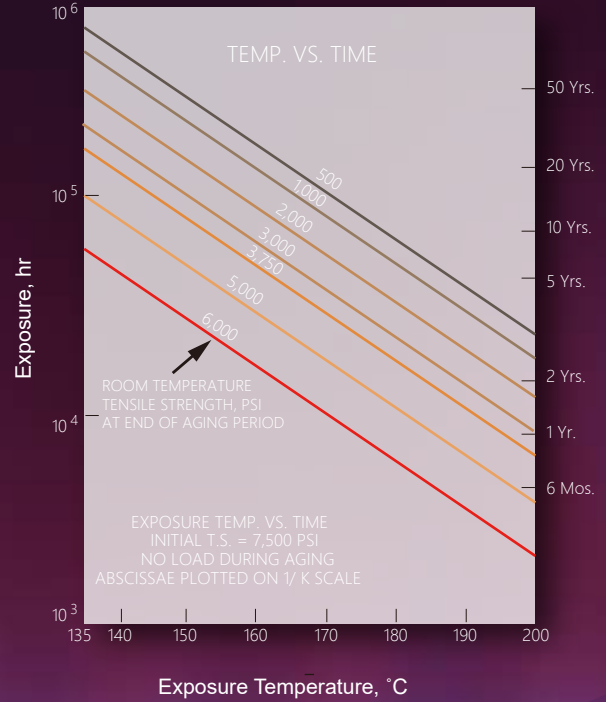
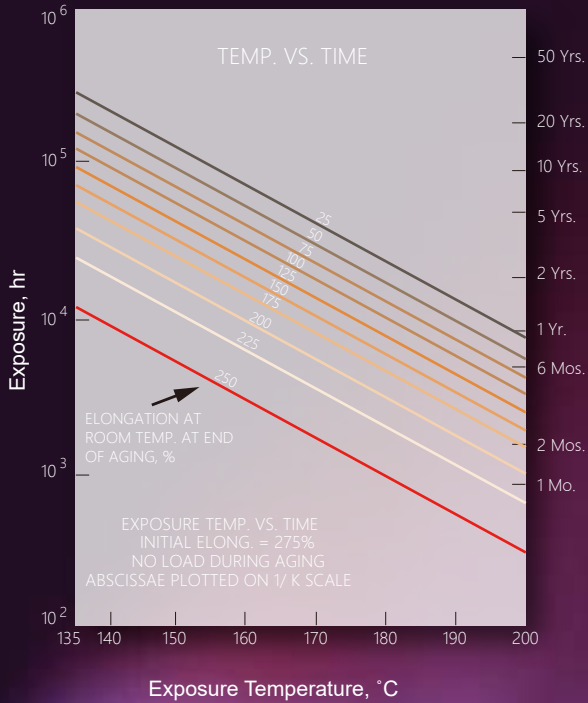
## Infiammabilità

Sebbene l'ETFE Everflon™ contenga unità C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> nella catena principale, secondo le valutazioni della norma UL 94, ha un'infiammabilità 94V-0. I risultati della prova ASTM D 165 mostrano inoltre che non è combustibile. Inoltre, l'indice di ossigeno basato su ASTM D 2863 è del 32%



Mantenimento della resistenza a trazione a temperatura ambiente  
 Allungamento dopo invecchiamento - Everflon™ ETFE 4010

Mantenimento della resistenza a trazione a temperatura ambiente  
 Resistenza dopo invecchiamento - Everflon™ ETFE 4010



Hub dati

Temperature di servizio superiori stimate (°C), invecchiamento termico a vuoto. Criterio di fine vita basato su allungamento e tempo di esposizione

Criterio di fine vita		Tempo di esposizione, ore					
Allungamento effettivo, %	Allungamento mantenuto, %	1000	3000	10,000	20,000	50,000	100,000
135	50	210	195	172	159	143	132
50	18	**	211	188	175	158	147
25	9	**	**	196	182	165	153

Temperature di servizio superiori stimate (°C), invecchiamento termico a vuoto. Criterio di fine vita basato su resistenza a trazione e tempo di esposizione

Criterio di fine vita		Tempo di esposizione, ore			
Resistenza a trazione effettiva	Resistenza a trazione mantenuta, %	10,000	20,000*	50,000*	100,000*
26 MPa (3,750 psi)	50	190	176	159	147
14 MPa (2,000 psi)	27	204	190	172	158

## Temperatura di deformazione termica del fluoroplastico

Distribuzione del calore Temperatura °C	Everflon™ ETFE	Everflon™ PTFE	Everflon™ FEP	Everflon™ PFA	Everflon™ PVDF
4.6 kg/ cm2	80	120	70	70	150
18.5 kg/ cm2	50	50	50	50	90

## Coefficiente di dilatazione termica lineare del fluoroplastico

Coefficiente di dilatazione termica lineare	Everflon™ ETFE	Everflon™ PTFE	Everflon™ FEP	Everflon™ PFA	Everflon™ PVDF
4.6 kg/ cm2	9~14	9~11	8~11	11~13	3~6

# Proprietà elettriche

## Resistenza all'arco

La resistenza all'arco di Everflon®ETFE, misurata secondo ASTM D495, è di 120 secondi. È stata riportata una resistenza di 300 secondi o superiore per il PTFE e di 170 secondi o superiore per il FEP. Si ritiene che questo valore elevato sia dovuto al fatto che il polimero decomposto dall'arco si disperde sotto forma di fluoro-carbonio a basso peso molecolare e che materiali conduttivi come il carbonio non rimangono nel polimero.

## Isolamento

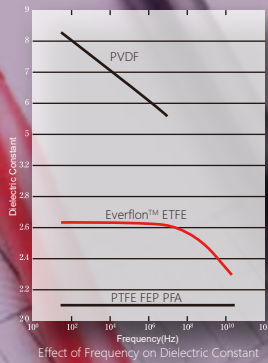
La resistenza di isolamento è generalmente rappresentata dalla resistenza specifica di volume, che indica il grado con cui il polimero, in quanto isolante, resiste al flusso di corrente elettrica attraverso di sé.

Maggiore è questo valore, migliore è la capacità isolante del polimero. Per quanto riguarda la tensione di rottura dell'isolamento, un'altra importante caratteristica dei materiali isolanti, l'ETFE Everflon™ si dimostra un materiale eccellente. La tensione di rottura dell'isolamento dipende dallo spessore del campione.

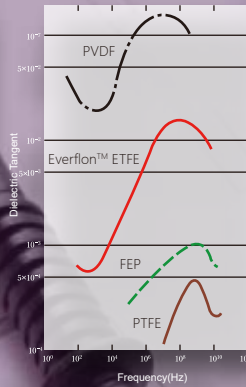
I risultati dell'effetto dello spessore del film sulla tensione di rottura indicano che la tensione di rottura è proporzionale alla potenza 0,65 dello spessore fino a 100 µm.

Tra le proprietà elettriche dei polimeri, le più importanti sono le proprietà isolanti e dielettriche. Nell'intervallo di alta frequenza, l'energia elettrica viene convertita in energia termica per effetto dielettrico, causando la perdita di energia elettrica. L'Everflon™ ETFE presenta un'elevata resistività e basse perdite.

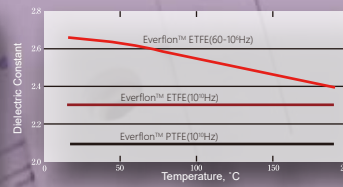
L'Everflon™ ETFE ha una costante dielettrica di 2,5–2,6 a frequenze inferiori a 10 MHz. A frequenze più elevate, il valore scende a circa 2,3 a 10 GHz. Il fattore di dissipazione è inferiore a 0,001 alle basse frequenze, ma aumenta gradualmente fino a un picco di circa 0,023 a circa 100 MHz, dopodiché diminuisce fino a meno di 0,01 a 10 GHz.



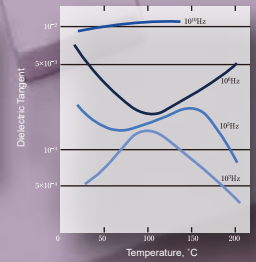
Effect of Frequency on Dielectric Constant



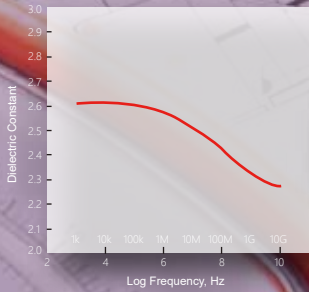
Effect of Frequency on Dielectric Tangent



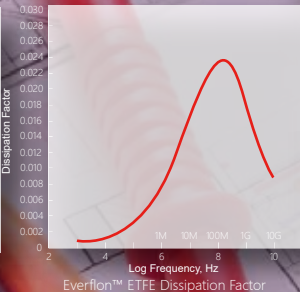
Effect of Frequency on Dielectric Constant



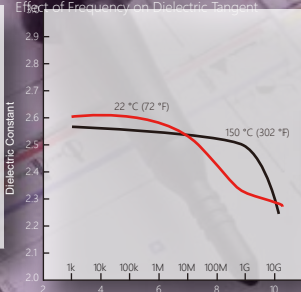
Effect of Temperature on Dielectric Tangent



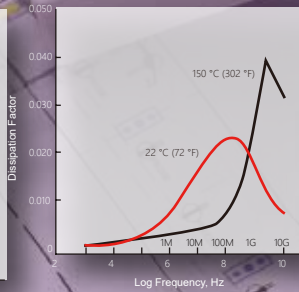
Everflon™ ETFE Dielectric Constant



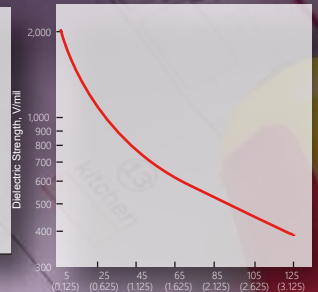
Everflon™ ETFE Dissipation Factor



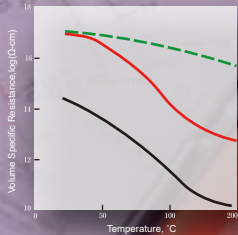
Everflon™ ETFE Dielectric Constant



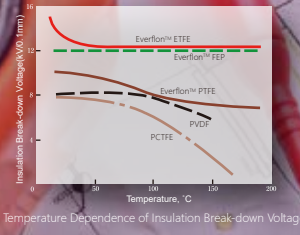
Everflon™ ETFE Dissipation Factor



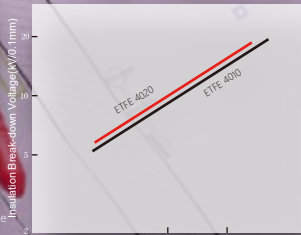
Everflon™ Dielectric Breakdown Strength



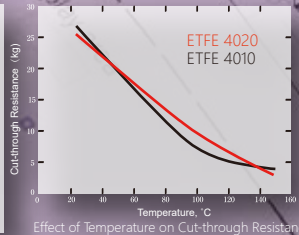
Temperature Dependence of Volume Specific Resistance



Temperature Dependence of Insulation Break-down Voltage



Dependence of Insulation break-down Voltage



Effect of Temperature on Cut-through Resistance

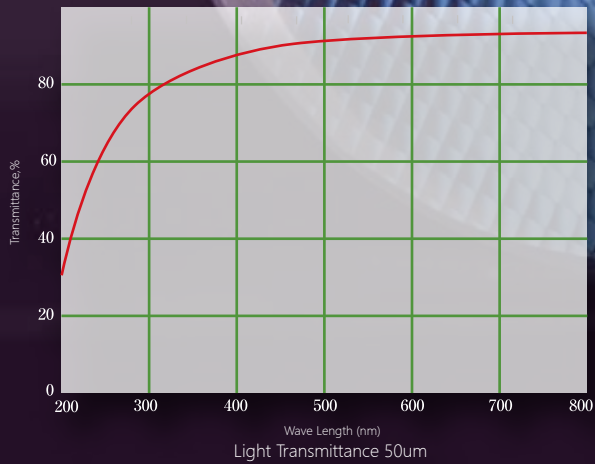
Hub dati

# Proprietà ottiche

Dati di trasmittanza rispetto alla lunghezza d'onda  
Normalizzato a pellicole da 0,025 mm (1,0 mil)

Wavelength, nm	Cathay ETFE Film Transmittance, %
Ultraviolet Range	
200	91.5
250	92
300	92
350	93
400	94
Visible Range	
500	94
94	
600	94
700	95
800	95

Infrared Scan of Everflon™ ETFE



# Applicazioni tipiche

Nessun'altra resina plastica si avvicina ai fluoropolimeri in termini di proprietà chimiche ed elettriche, offrendo al contempo un elevato livello di robustezza meccanica e una lavorazione semplice ed economica. L'Everflon™ ETFE offre ai progettisti una vasta gamma di opportunità per ottenere prestazioni migliori in numerosi ambiti applicativi.

Morsetti per cavi e linee idrauliche, fascette stringicavo e altri elementi di fissaggio stampati in Everflon™ ETFE sono adatti ad ambienti corrosivi ad alte temperature. Le applicazioni nucleari sono possibili grazie alla resistenza alle radiazioni dell'Everflon™ ETFE. L'assorbimento di umidità è basso, garantendo uniformità delle proprietà meccaniche indipendentemente dall'umidità. Ulteriori vantaggi sono l'elevata resistenza agli urti e la resistenza ai raggi UV.

Le eccezionali proprietà elettriche, la resistenza ai solventi, un grado di infiammabilità SE-O e le eccellenti caratteristiche di invecchiamento ad alta temperatura rendono l'Everflon™ ETFE un materiale ideale per componenti elettrici ad alte prestazioni. Bobine, connettori, parti incapsulate, prese e isolanti sono applicazioni tipiche.



Il robusto isolamento in ETFE Everflon™ viene utilizzato su conduttori che vanno da AWG #30 per terminazioni di computer avvolte a 535 MCM per circuiti di potenza pesanti. L'ETFE Everflon™ offre ottime prestazioni su cavi per acciaierie, cavi per cellule di aeromobili, cavi per la registrazione di pozzi petroliferi, cavi di controllo per vagoni e locomotive a trasporto rapido e altri cavi di servizio robusti. È particolarmente apprezzato per l'uso in centrali nucleari e in altre aree in cui si può verificare l'esposizione alle radiazioni.



I tubi termorestringenti, lisci e corrugati, sono disponibili in un'ampia gamma di spessori e diametri. Vengono utilizzati ad alte temperature come isolante elettrico e in servizio con sostanze chimiche aggressive. I tubi termorestringenti si adattano alle terminazioni elettriche, ai raccordi dei tubi flessibili e ad altri componenti per isolare, proteggere dall'abrasione e prevenire la corrosione.

L'elevata resistenza agli urti, la resistenza chimica, la resistenza alla sterilizzazione ad alte temperature e la facilità di lavorazione sono proprietà necessarie per applicazioni biomediche e di laboratorio. Componenti per respiratori ad ossigeno, valvole per analizzatori del sangue, capsule di evaporazione e provette da centrifuga ne sono alcuni esempi.



Elevata resistenza agli urti, resistenza chimica, resistenza alla sterilizzazione ad alte temperature e facilità di lavorazione sono proprietà necessarie per applicazioni biomediche e di laboratorio. Componenti per respiratori ad ossigeno, valvole per analizzatori del sangue, capsule di evaporazione e provette da centrifuga ne sono alcuni esempi.

Il film di Everflon™ ETFE può essere termosaldato, termoformato, saldato, laminato a caldo e rivestito per realizzare nastri adesivi sensibili alla pressione, circuiti stampati flessibili, sacche per liquidi e altre strutture che richiedono robustezza, resistenza termica e integrità elettrica.



Eveflon™ ETFE ha sostituito altri polimeri e il vetro come rivestimento per valvole. L'eccezionale resistenza di Eveflon™ ETFE ad acidi, basi e solventi in un ampio intervallo di temperature, unita alla resistenza all'abrasione e alla facilità di lavorazione, si traduce in una valvola durevole ed economica.

# Guida alla fabbricazione

L'ETFE Everflon™, in quanto polimero termoplastico, può essere lavorato con la maggior parte delle tecniche applicabili a questo tipo di resina. Tra queste:

- Stampaggio a iniezione
- Stampaggio a compressione
- Stampaggio rotazionale
- Estrusione

L'ETFE Everflon™ può anche essere formato, lavorato, colorato e stampato utilizzando le tecniche descritte nei relativi bollettini di lavorazione.



# Guida alla fabbricazione

## Estrusione

L'ETFE Everflon™ può essere stampato per estrusione in barre, tubi, condotti e rivestimenti per cavi elettrici di piccolo diametro (fino a 10 mm) e, utilizzando la matrice a T o lo stampaggio a gonfiaggio, in film. Sono possibili anche lo stampaggio a soffiaggio e l'estrusione con stampo a profilo uniforme. Le condizioni di stampaggio standard sono illustrate di seguito.



	Specification	Electric Wire Covering	Film	Tube
Extruder	Screw diam	40 mm	40 mm	35 mm
	Screw type	metering	metering	metering
	Screw L/D	25	22	22
	Screw comp ratio	2.6:1	2.8:1	2.5:1
	Screen	80,100,200 mesh 2 each	80,100,200 mesh 2 each	80,100,200 mesh 1 each
Die	Die i.d.	4.3 mm	Coat hanger type manifold die	13.5 mm
	Nipple o.d.	2.0 mm		12.1 mm
	Rand Length	20 mm	Lip spacing 0.2 mm	
Product		core: tin-plated soft coper wire	film thickness: 25 um	tube i.d.: 9 mm
		core diam:0.26 mm	film width: 400 mm	tube i.d.: 10 mm
		thickness:0.15 mm		thickness: 0.5mm
		final diam:0.56 mm		
Processing Conditions	Cylinder temp			
	C1	250-260 C	270 C	270 C
	C2	270-290 C	290 C	290 C
	C3	330-340 C	310 C	300 C
	Cross head	330-340 C		
	Die	350-360 C	315 C	310 C
	Air gap		80 mm	100 mm
	Draw down ratio	59		die diameter/sizing die diameter 1.35
	Pull speed	80-150 m/min	5 m/min cooling roller temp 120 C	4 m/min vacuum sizing

# Guida alla fabbricazione Verniciatura a polvere

Per il rivestimento in ETFE Everflon™ è possibile utilizzare metodi di verniciatura a polvere come la verniciatura a polvere elettrostatica, l'immersione in fluido, ecc. La scelta della resina grezza dipende dallo spessore desiderato e dall'applicazione. Il polimero non è igroscopico, ma il flusso della polvere è influenzato dal contenuto di umidità. Pertanto, l'aria compressa utilizzata per il flusso deve essere asciugata prima del processo. Inoltre, poiché la polvere miscelata al polimero può causare microforature o colorazione, la confezione o la tramoggia non devono essere lasciate aperte.



## Materiale e forma del substrato

Finché il materiale resiste a temperature comprese tra 290 e 340 °C, l'ETFE Techyours™ può essere rivestito non solo su superfici metalliche, ma anche su vetro e ceramica. I bordi tendono a restringersi durante la solidificazione. Pertanto, è necessario garantire una rotondità IR, nei rivestimenti a strato sottile, e per i rivestimenti spessi di 0,4-1 mm, 3R o superiore in corrispondenza delle estrusioni e 5R o superiore in corrispondenza delle intrusioni.

### Pretrattamento

Materiale in acciaio (rivestimento spesso)	Sgrassaggio: cottura a 400°C x 2 ore o più Irruvidimento: sabbiatura con griglia in acciaio da 60 mesh e sabbia (pressione del getto 3~7 kg/cm <sup>2</sup> )
Acciaio, acciaio inossidabile, alluminio (30-50 µm)	Sgrassaggio: lavaggio con tricloroetilene Irruvidimento: sabbiatura con griglia in acciaio da 100 mesh e sabbia (pressione del getto 3~7 kg/cm <sup>2</sup> )
Rame e leghe di rame	Durante la cottura, si forma una fragile pellicola di ossidazione. Pertanto, viene eseguito un trattamento di placcatura metallica o di filmatura con ossido di rame (ebollizione per 5 minuti in una miscela di 1 parte di persolfato di potassio, 4 parti di idrossido di sodio e 95 parti di acqua).
Vetro	Trattamento con agente di accoppiamento silanico: lavaggio; immersione in acido nitrico al 30% a 60°C x 2 ore; immersione in una soluzione di etanolo all'1% di agente accoppiante silanico (Union Carbide A-1120) per 24 ore; essiccazione all'aria; rivestimento

## Rivestimento

Applicare una tensione di 60-90 kV, utilizzando una macchina per rivestimento elettrostatico, e spegnerla immediatamente prima di indurre la repulsione elettrostatica. È possibile ottenere uno spessore del film di 30-150 µm per i gradi naturali e di 1 mm per il JP40 ripetendo 5-7 strati di rivestimento. Con l'immersione in fluido del GS40, è possibile ottenere uno spessore del film di 0,6 mm con un substrato di 5 mm di spessore e un preriscaldamento di 340-360 °C.

## Cottura

La cottura deve essere effettuata a una temperatura compresa tra 290 e 340 °C per 10-16 minuti, a seconda dello spessore del substrato, del materiale e dello spessore del film desiderato.

Il film formato viene testato con un metodo simile a quello utilizzato per i film in PTFE, nonché con altri metodi, come il test dello spessore del film, il test del foro stenopeico, il test di Erichsen, il test di resistenza alla corrosione, ecc., a seconda dell'applicazione.

# Guida alla fabbricazione

## Stampaggio a iniezione



## Macchina per iniezione e materiale per stampaggio

Per lo stampaggio è possibile utilizzare qualsiasi macchina a iniezione a stantuffo o a vite in linea, purché il riscaldatore mantenga una capacità termica fino a 340 °C. Per le parti a contatto con il polimero (superficie interna del cilindro, vite, siluro, ugello, ecc.), si raccomanda l'utilizzo di materiali resistenti alla corrosione come Hastelloy-C, lega X 306, Duranickel, ecc. per la macchina. Se non si utilizza la macchina esclusivamente per Everflon™ ETFE, è possibile utilizzare anche materiali nitrurati e cromati duri.

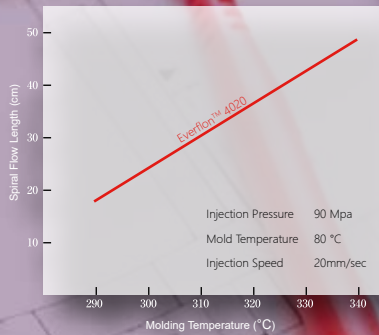
## Stampo

Lo stampo utilizzato, sebbene dipenda dal numero di iniezioni, deve essere cromato duro su materiali ordinari e progettato per resistere a temperature fino a 120 °C. La struttura dell'attacco di iniezione può essere scelta tra attacco laterale, attacco a punti, attacco a film, ecc., a seconda del prodotto desiderato. Si desidera che il corridore sia progettato in modo da avere una sezione trasversale rotonda e la lunghezza più corta possibile.

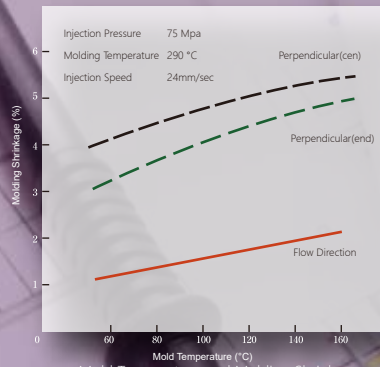
## Condizioni di stampaggio

La tabella illustra le condizioni tipiche per lo stampaggio dell'ETFE Everflon™. Per lo stampaggio di spessori sottili (inferiori a 0,5 mm), la velocità deve essere aumentata, mentre per lo stampaggio di spessori elevati (superiori a 5 mm), il tempo di raffreddamento deve essere aumentato. Inoltre, per ottenere una superficie liscia, la velocità di iniezione deve essere ridotta.

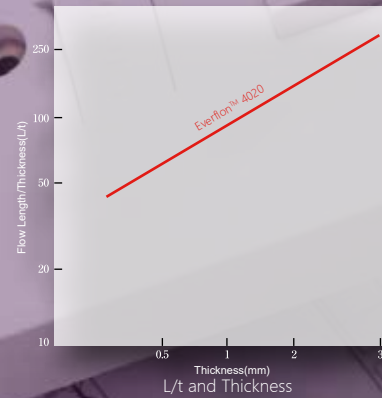
		ETFE 4010
Temperatura di lavorazione (°C)	Back	260-280
	Middle	270-290
	Front	280-300
	Nozzle	290-320
Temperatura dello stampo (°C)		60-120
Pressione di iniezione (MPa)		50-120
Velocità di iniezione (velocità del pistone) (mm/sec)		1-15
Ciclo di stampaggio (sec)		30-120



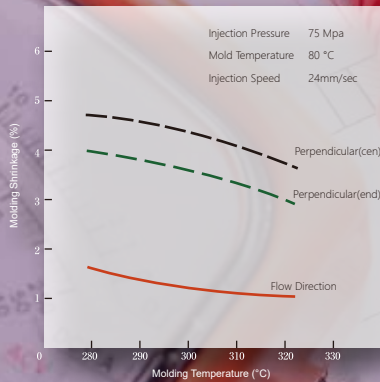
Molding Temperature and spiral Flow Length



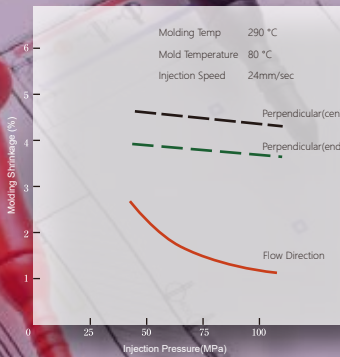
Mold Temperature and Molding Shrinkage



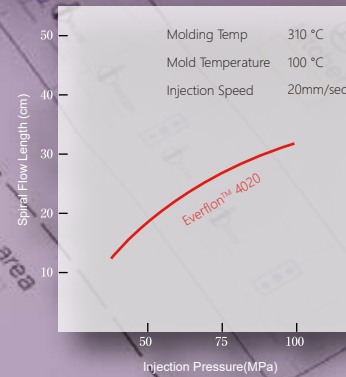
L/t and Thickness



Molding Temperature and Molding Shrinkage



Injection Pressure and Molding Shrinkage

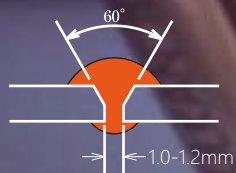


Injection Pressure and Spiral Flow Length

Hub dati

# Guida alla fabbricazione

## Saldatura

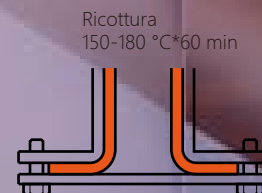
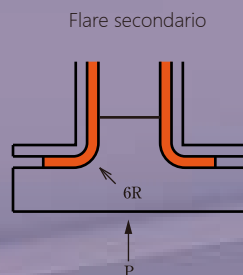
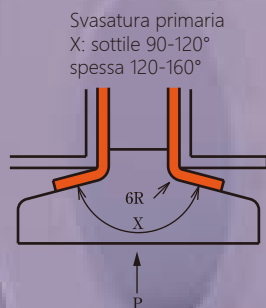


La saldatura richiede un certo grado di abilità, ma prestando molta attenzione alla zona da saldare e trasformando sia il materiale madre che la bacchetta di saldatura in uno stato ceroso, è possibile ottenere una resistenza equivalente al 60% di quella del materiale madre e raggiungere una velocità di saldatura di 80 mm/min.

# Guida alla fabbricazione

## Lavorazione a svasatura

La lavorazione a svasatura a 90° di tubi e stampati a iniezione in ETFE Everflon può essere eseguita utilizzando utensili speciali. Riscaldando il materiale dell'utensile a 130~150 °C, la lavorazione a svasatura può essere eseguita a una velocità di 60 mm/min.





# Everflon Academic Center

Tel: +86-185-7168-9228

[info@everflon.com](mailto:info@everflon.com)

[www.everflon.com](http://www.everflon.com)

Per maggiori informazioni sulla nostra azienda, sui nostri prodotti e servizi, visita il nostro sito web [www.everflon.com](http://www.everflon.com) o [www.everflonultra.com](http://www.everflonultra.com)