

INFORMAZIONI GENERALI SUL POLIPROPILENE

I materiali trattati in questo documento appartengono alla grande famiglia del polipropilene (PP) che rappresenta, con i suoi vari sottoprodotti, il materiale termoplastico poliolefinico più utilizzato nelle condotte industriali e, negli ultimi tempi, anche nelle tubazioni civili (riscaldamento, distribuzione di acqua calda e fredda ecc.). Questo materiale si divide in tre gruppi principali, dai quali derivano ulteriori specifici sottoprodotti con caratteristiche richieste dal mercato ben definite e dettagliatamente descritte nel proseguo di questo documento :

PPH polipropilene omopolimero
PPB polipropilene copolimerizzato a blocchi
PPR o PPC polipropilene comopolimero (Random)

Nelle applicazioni i tre tipi di polipropilene non sono usati in modo paritetico tra di loro in quanto si sono consolidate linee preferenziali per il loro uso in funzione delle rispettive caratteristiche.

Il PPH è normalmente usato per l'estrusione dei tubi e per la produzione dei semilavorati quali lastre, tondi e filo di saldatura e, rare volte, per la raccorderia.

Il PPB è oggi un materiale in forte crescita; fino a poco tempo fa si producevano solo semilavorati con questo materiale. Da quando si è notata una elevata resistenza chimica contro l'aggressione del cloro (impianti di clorolettrolisi), la HÜRNER ITALIA SRL ha esteso il proprio programma inserendo questa linea di tubazioni e raccordi e offrendo in tal modo al mercato i componenti necessari per costruire impianti per il trasporto di liquidi altamente corrosivi.

L'ultimo tipo, il PPR, denominato anche PPC, ha trovato la sua applicazione nella produzione di raccorderia stampata a iniezione (figura 1).

Nelle applicazioni industriali questi raccordi si saldano normalmente con tubazioni in PPH in quanto le giunzioni tra tutti e tre i tipi di materiale si possono eseguire senza limitazioni. I tubi in PPR, poco applicati nelle installazioni industriali, si usano, con i relativi raccordi, nelle installazioni civili, dove l'omogeneità della materia prima tra tubi e raccordi è favorita dalle limitate dimensioni utilizzate. Infine, nella esecuzione in PPR-HP si usa il tubo per il convogliamento di liquidi di alta purezza.

Per dare all'utilizzatore la possibilità di applicare i materiali in modo più appropriato si descrivono qui di seguito alcune indicazioni per il loro utilizzo.

PPH								
T[°C]	P	SDR 41	SDR 33	SDR 26	SDR 17,6	SDR 11	SDR 7,4	SDR 6
		2,5 bar	3,2 bar	4 bar	6 bar	10 bar	16 bar	20 bar
		Pressione/Pressure [bar]						
10	1	4,52	5,65	7,24	10,90	18,09	28,26	36,18
10	5	4,21	5,26	6,73	10,14	16,83	26,29	33,65
10	10	4,07	5,09	6,52	9,81	16,29	25,45	32,58
10	25	3,85	4,81	6,16	9,27	15,39	24,04	30,78
10	50	3,73	4,66	5,97	8,98	14,91	23,30	29,83
10	100	3,58	4,48	5,74	8,64	14,34	22,40	28,68
20	1	3,98	4,98	6,37	9,59	15,93	24,88	31,85
20	5	3,62	4,53	5,80	8,73	14,49	22,64	28,98
20	10	3,47	4,34	5,55	8,36	13,88	21,68	27,75
20	25	3,26	4,07	5,22	7,85	13,04	20,37	26,08
20	50	3,13	3,91	5,00	7,53	12,50	19,53	25,00
20	100	3,00	3,75	4,80	7,23	12,00	18,75	24,00
30	1	3,38	4,22	5,41	8,14	13,51	21,11	27,03
30	5	3,03	3,79	4,85	7,30	12,13	18,95	24,25
30	10	2,88	3,59	4,60	6,98	11,50	17,97	23,00
30	25	2,69	3,36	4,30	6,48	10,75	16,80	21,50
30	50	2,61	3,26	4,18	6,29	10,44	16,31	20,88
40	1	3,25	4,06	5,20	7,83	13,00	20,31	26,00
40	5	2,93	3,66	4,69	7,06	11,71	18,30	23,43
40	10	2,79	3,48	4,46	6,71	11,14	17,41	22,29
40	25	2,64	3,30	4,23	6,37	10,57	16,52	21,14
40	50	2,50	3,13	4,00	6,02	10,00	15,63	20,00
50	1	2,71	3,39	4,34	6,54	10,86	16,96	21,71
50	5	2,45	3,06	3,91	5,90	9,79	15,29	19,57
50	10	2,32	2,90	3,71	5,59	9,29	14,51	18,57
50	25	2,16	2,70	3,46	5,21	8,64	13,50	17,29
50	50	2,04	2,54	3,26	4,91	8,14	12,72	16,29
60	1	2,52	3,15	4,03	6,07	10,08	15,75	20,16
60	5	2,22	2,78	3,55	5,35	8,88	13,88	17,76
60	10	2,14	2,68	3,42	5,16	8,56	13,38	17,12
60	25	1,96	2,45	3,14	4,72	7,84	12,25	15,68
60	50	1,86	2,33	2,98	4,48	7,44	11,63	14,88
70	1	2,08	2,60	3,33	5,01	8,32	13,00	16,64
70	5	1,84	2,30	2,94	4,43	7,36	11,50	14,72
70	10	1,74	2,18	2,78	4,19	6,96	10,88	13,92
70	25	1,38	1,73	2,21	3,33	5,52	8,63	11,04
70	50	1,17	1,47	1,88	2,82	4,69	7,33	9,38
80	1	1,72	2,15	2,75	4,14	6,88	10,75	13,76
80	5	1,52	1,90	2,43	3,66	6,08	9,50	12,16
80	10	1,28	1,60	2,05	3,08	5,12	8,00	10,24
80	25	0,96	1,20	1,54	2,31	3,84	6,00	7,68
95	1	1,20	1,50	1,92	2,89	4,80	7,50	9,60
95	5	0,80	1,00	1,28	1,93	3,20	5,00	6,40
110	1	0,64	0,80	1,02	1,54	2,56	4,00	5,12

Tabella 1 - Pressione ammissibile per tubazioni estrusi
 Table 1 - Permissible operating pressure for extruded pipes

T = Temperatura/Temperature P = Periodo (anni)/Period (years)

PP (polipropilene) - caratteristiche generali

Il PP della HÜRNER ITALIA SRL è un materiale termoplastico che resiste termicamente a temperature d'esercizio fino a 100 °C per condotte in pressione mentre per condotte a pressioni basse o nulle è applicabile per brevi periodi fino a 120°C, indifferente dal tipo di materiale utilizzato.

Il PPH ha una elevata resistenza all'urto e non si trasforma così facilmente, come gli altri due tipi a base di copolimero (PPR e PPB), che hanno una bassa resistenza all'urto. La ragione di questa minore resistenza all'urto è la presenza dell'elemento etilene nella catena macromolecolare del PPH, che ne modifica le caratteristiche meccaniche. Praticamente questo elemento aggiuntivo dà al materiale PPR una maggior fluidità evitando, nello stampaggio ad iniezione, la creazione di bolle o soffiature e aumentando notevolmente la qualità del componente. Con il PP si possono convogliare liquidi alimentari, in quanto è approvato secondo le prescrizioni D.M.102, della FDA, della KTW-Richtlinien ecc.; mentre per l'uso aquedottistico è meno applicato, è molto utilizzato per il trasporto di acqua calda e/o fredda all'interno degli stabili.

È importante, per ottenere una lunga vita della condotta, evitare il diretto contatto tra componenti in rame e il materiale PPR. Questo contatto, a temperature alte, favorisce una accelerata ossidazione termica e conseguentemente un precoce invecchiamento del PPR.

Il PPH utilizzato per la estrusione di tubi e semilavorati è un PPH β -nucleato anche denominato Beta(β)PP, che la HÜRNER ITALIA SRL dagli anni 70 usa ininterrottamente con grande successo per il proprio programma.



Figura 1 - Raccordi stampati per iniezione in PPR e PPS EL
Figure 1 - Injection moulded fittings out of PPR and PPS EL

Tabella 2 - Pressione ammissibile per tubazioni estrusi
Table 2 - Permissible operating pressure for extruded pipes

PPR / PPB								
T[°C]	P	SDR 41	SDR 33	SDR 26	SDR 17,6	SDR 11	SDR 7,4	SDR 6
		2,5 bar	3,2 bar	4 bar	6 bar	10 bar	16 bar	20 bar
		Pressione/Pressure [bar]						
10	1	5,41	6,77	8,66	13,04	21,65	33,83	43,30
10	5	5,18	6,47	8,28	12,47	20,70	32,35	41,41
10	10	5,00	6,25	8,00	12,05	20,00	31,25	40,00
10	25	4,84	6,05	7,74	11,65	19,34	30,23	38,69
10	50	4,68	5,85	7,48	11,27	18,70	29,23	37,41
10	100	4,53	5,66	7,24	10,91	18,11	28,30	36,22
20	1	4,59	5,74	7,34	11,06	18,35	28,68	36,70
20	5	4,34	5,43	6,94	10,46	17,36	27,13	34,72
20	10	4,13	5,16	6,60	9,95	16,51	25,80	33,02
20	25	4,00	5,00	6,40	9,64	16,00	25,00	32,00
20	50	3,86	4,82	6,17	9,29	15,42	24,10	30,85
20	100	3,80	4,75	6,08	9,16	15,20	23,75	30,40
30	1	3,85	4,81	6,16	9,27	15,39	24,05	30,78
30	5	3,63	4,54	5,81	8,75	14,53	22,70	29,06
30	10	3,53	4,41	5,64	8,50	14,11	22,05	28,22
30	25	3,40	4,25	5,44	8,19	13,60	21,25	27,20
30	50	3,21	4,01	5,13	7,73	12,83	20,05	25,66
40	1	3,23	4,04	5,17	7,79	12,93	20,20	25,86
40	5	3,04	3,80	4,86	7,32	12,14	18,98	24,29
40	10	2,93	3,67	4,69	7,07	11,73	18,33	23,46
40	25	2,81	3,52	4,50	6,78	11,25	17,58	22,50
40	50	2,73	3,42	4,37	6,58	10,93	17,08	21,86
50	1	2,73	3,42	4,37	6,58	10,93	17,08	19,51
50	5	2,59	3,24	4,14	6,24	10,35	16,18	18,49
50	10	2,48	3,10	3,96	5,97	9,90	15,48	17,69
50	25	2,40	3,00	3,83	5,77	9,58	14,98	17,11
50	50	2,30	2,88	3,68	5,54	9,20	14,38	16,43
60	1	2,31	2,89	3,70	5,57	9,25	14,45	18,50
60	5	2,18	2,73	3,49	5,25	8,72	13,63	17,44
60	10	2,10	2,63	3,36	5,06	8,40	13,13	16,80
60	25	2,00	2,50	3,20	4,82	8,00	12,50	16,00
60	50	1,93	2,42	3,09	4,66	7,73	12,08	15,46
70	1	1,94	2,42	3,10	4,67	7,74	12,10	15,49
70	5	1,80	2,26	2,89	4,35	7,22	11,28	14,43
70	10	1,74	2,18	2,79	4,20	6,98	10,90	13,95
70	25	1,52	1,90	2,43	3,65	6,06	9,48	12,13
70	50	1,27	1,59	2,04	3,07	5,09	7,95	10,18
80	1	1,64	2,06	2,63	3,96	6,58	10,28	13,15
80	5	1,52	1,90	2,43	3,65	6,06	9,48	12,13
80	10	1,26	1,57	2,01	3,03	5,02	7,85	10,05
80	25	0,97	1,22	1,56	2,34	3,89	6,08	7,78
95	1	1,20	1,50	1,92	2,89	4,80	7,50	9,60
95	5	0,82	1,03	1,31	1,98	3,28	5,13	6,56
T = Temperatura/Temperature P = Periodo (anni)/Period (years)								

Il PP ha la sua principale applicazione nell'industria: linee di processo a pressione (figura 4), fognature, condotte di ventilazione, costruzione di apparecchiature (figura 6), vasche, ventilatori, scrubber, rivestimenti ecc. In tutte le attività produttive il PP ha trovato una sua collocazione grazie alle sue eccellenti caratteristiche e a una facile lavorabilità. Non è consigliabile l'applicazione del PP per il trasporto di liquidi radioattivi sopra 10.000 Gray di irradiazione. Dosaggi superiori modificano le strutture molecolari; inizialmente viene aumentata la resistenza meccanica, ma il protrarsi dell'esposizione radioattiva conduce in seguito alla cricatura del materiale. La spiegazione di questo fenomeno è la rottura della catena macromolecolare a causa delle forti irradiazioni.



Figura 2 - Stoccaggio verticale di tubazioni di grande diametro
Figure 2 - Vertical pipe stock for big diameter

Il colore standard del materiale PP è beige e non è da considerarsi resistente ai raggi UV. Pertanto, sui manufatti installati all'aperto si possono rilevare variazioni superficiali di colore, che tuttavia non influiscono significativamente sulla resistenza meccanica. Un strato superficiale sotto forma di una patina ossidata, farinosa, di alcuni decimi di millimetro è indice di un attacco corrosivo, ma rappresenta contemporaneamente una effettiva barriera contro un ulteriore degrado del materiale.

Se si vogliono evitare questi attacchi esterni, si può proteggere la condotta o il componente con una verniciatura protettiva, appositamente creata per questo tipo di protezione contro i raggi UV. Il colore della vernice è bianco.

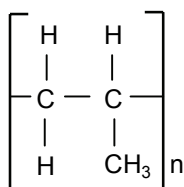
Il PP è caratterizzato da:

- buona e facile saldabilità
- semplice lavorabilità
- buona deformabilità dopo il riscaldamento
- ampia applicabilità grazie alla grande reperibilità delle figure (figura 2-3-5)
- copertura completa dei maggiori fabbisogni dimensionali

PPH							
T [°C]	P	SDR 41	SDR 33	SDR 26	SDR 17,6	SDR 11	SDR 7,4
		2,5 bar	3,2 bar	4 bar	6 bar	10 bar	16 bar
		Depressione/Vacuum [bar]					
10	1	0,084	0,160	0,328	1,057	4,329	14,219
10	5	0,073	0,140	0,287	0,924	3,783	12,427
10	10	0,062	0,120	0,245	0,788	3,229	10,606
10	25	0,053	0,102	0,209	0,675	2,764	9,078
20	1	0,072	0,137	0,280	0,904	3,703	12,163
20	5	0,063	0,122	0,249	0,801	3,283	10,782
20	10	0,055	0,106	0,217	0,699	2,862	9,401
20	25	0,051	0,097	0,198	0,640	2,621	8,608
30	1	0,061	0,118	0,241	0,777	3,184	10,459
30	5	0,056	0,108	0,221	0,712	2,916	9,577
30	10	0,051	0,098	0,200	0,646	2,647	8,696
30	25	0,046	0,087	0,179	0,576	2,361	7,756
40	1	0,054	0,104	0,212	0,683	2,800	9,195
40	5	0,049	0,094	0,192	0,620	2,540	8,343
40	10	0,044	0,085	0,173	0,559	2,290	7,521
40	25	0,041	0,080	0,163	0,524	2,147	7,051
50	1	0,048	0,092	0,189	0,061	2,495	8,197
50	5	0,044	0,084	0,172	0,555	2,272	7,462
50	10	0,040	0,076	0,155	0,500	2,048	6,728
50	25	0,037	0,071	0,145	0,467	1,914	6,287
60	1	0,042	0,081	0,165	0,531	2,173	7,139
60	5	0,039	0,074	0,152	0,489	2,004	6,581
60	10	0,036	0,068	0,140	0,450	1,843	6,052
60	25	0,033	0,064	0,131	0,421	1,726	5,670
70	1	0,038	0,072	0,147	0,474	1,941	6,375
70	5	0,035	0,067	0,136	0,439	1,798	5,905
70	10	0,032	0,061	0,125	0,402	1,646	5,406
70	25	0,030	0,058	0,119	0,384	1,574	5,171
80	1	0,033	0,063	0,129	0,415	1,699	5,582
80	5	0,031	0,059	0,120	0,387	1,583	5,200
80	10	0,028	0,054	0,111	0,358	1,467	4,818
95	1	0,027	0,051	0,104	0,336	1,377	4,524
95	5	0,025	0,048	0,098	0,314	1,288	4,231
95	10	0,023	0,044	0,091	0,293	1,199	3,937
T = Temperatura/Temperature P = Periodo (anni)/Period (years)							

Tabella 3 - Depressione ammissibile per tubazioni estrusi
Table 3 - Permissible operating vacuum for extruded pipes

La formula chimica del PP è:



Vantaggi del PP

- Basso peso specifico pari a 0,91 g/cm³
- Resistenza a pressioni interne molto elevate e bassa deformabilità alle alte temperature
- Grande resistenza chimica e termica
- Buona saldabilità
- Basso valore di scabrezza
- Buona resistenza contro l'abrasione
- Superficie interna liscia, nessun supporto per crescita biologica
- Eccellente caratteristica di isolamento
- Buona e facile deformabilità dopo riscaldamento
- Pigmentazione con TiO₂
- Fisiologicamente approvato

Autoestinguenza

Il materiale PP non è un materiale autoestinguente. Con l'aggiunta di specifici additivi diventa autoestinguente (PPS), come si può vedere nel capitolo polipropilene modificato. Come ogni composto organico, anche il PPS, in caso di presenza di alte temperature ambientali, si può incendiare.

Alta purezza

Il PP, nelle sue esecuzioni PPR-HP (raccordi, tubi) e PPH-HP (valvole), è particolarmente adatto al trasporto di liquidi altamente puri. Infatti, in tali esecuzioni la superficie interna del componente è molto più liscia, mentre produzione e imballaggio vengono portate a termine in modo appropriato e in ambienti controllati.

Solubilità

Il PP si gonfia in presenza di solventi alifatici, aromatici o idrocarburi clorurati a temperature elevate. Uno scioglimento o una distruzione completa del PP è da escludersi.

Resistenza chimica

In genere si può confermare che il PP è chimicamente molto resistente contro i seguenti prodotti:

- Liquidi basici a tutti i pH
- Acidi in genere, non del tipo ossidativo
- Soluzioni saline
- Alcoli
- Solventi

PPR / PPB							
T [°C]	P	SDR 41	SDR 33	SDR 26	SDR 17,6	SDR 11	SDR 7,4
		2,5 bar	3,2 bar	4 bar	6 bar	10 bar	16 bar
		Depressione/Vacuum [bar]					
10	1	0,052	0,099	0,203	0,655	2,683	8,814
10	5	0,049	0,094	0,193	0,622	2,549	8,373
10	10	0,047	0,089	0,183	0,590	2,415	7,932
10	25	0,046	0,089	0,182	0,585	2,397	7,873
20	1	0,045	0,086	0,175	0,563	2,308	7,580
20	5	0,043	0,082	0,168	0,542	2,218	7,286
20	10	0,041	0,079	0,161	0,518	2,120	6,963
20	25	0,040	0,077	0,157	0,507	2,075	6,816
30	1	0,038	0,073	0,150	0,483	1,977	6,493
30	5	0,037	0,071	0,146	0,470	1,923	6,316
30	10	0,036	0,069	0,142	0,456	1,869	6,140
30	25	0,035	0,067	0,138	0,443	1,816	5,964
40	1	0,034	0,064	0,131	0,424	1,735	5,699
40	5	0,033	0,063	0,128	0,413	1,691	5,553
40	10	0,032	0,061	0,125	0,402	1,646	5,406
40	25	0,030	0,058	0,119	0,384	1,574	5,171
50	1	0,029	0,056	0,114	0,367	1,503	4,936
50	5	0,028	0,054	0,111	0,358	1,467	4,818
50	10	0,028	0,053	0,109	0,352	1,440	4,730
50	25	0,026	0,051	0,104	0,334	1,369	4,495
60	1	0,025	0,048	0,098	0,314	1,288	4,231
60	5	0,024	0,047	0,096	0,308	1,261	4,142
60	10	0,024	0,045	0,093	0,299	1,225	4,025
60	25	0,023	0,044	0,089	0,288	1,181	3,878
70	1	0,021	0,041	0,084	0,271	1,109	3,643
70	5	0,021	0,040	0,081	0,262	1,070	3,525
70	10	0,020	0,038	0,079	0,252	1,038	3,408
70	25	0,019	0,037	0,076	0,245	1,002	3,290
80	1	0,017	0,034	0,068	0,221	0,903	2,967
80	5	0,017	0,033	0,066	0,214	0,877	2,879
80	10	0,016	0,032	0,064	0,207	0,850	2,791
95	1	0,013	0,025	0,050	0,162	0,669	2,174
95	5	0,012	0,023	0,046	0,149	0,608	1,998
95	10	0,011	0,021	0,043	0,138	0,564	1,851
T = Temperatura/Temperature P = Periodo (anni)/Period (years)							

Tabella 4 - Depressione ammissibile per tubazioni estrusi
Table 4 - Permissible operating vacuum for extruded pipes

Non è consigliabile il contatto del PP con i seguenti liquidi senza una specifica valutazione delle condizioni di esercizio:

- Ipoclorito di sodio

- Acido solforico > 80%
- Acido cloridrico > 20% - possibilità di diffusione e attacco a strutture metalliche
- Acido nitrico - presenza di rigonfiamento a concentrazioni alte
- Acido fluoridrico > 40% - possibilità di diffusione e attacco a strutture metalliche

Processo di saldatura

Il materiale PP si lascia, come tutti gli altri materiali termoplastici, facilmente giuntare con i seguenti procedimenti:

- Saldatura testa a testa con procedimento a contatto oppure a irraggiamento (IR)
- Saldatura a bicchiere
- Elettrosaldatura con manicotti elettrici fino a DE 225 mm
- Saldatura ad aria calda con apporto di materiale

In mancanza di specifiche norme nazionali, che in parte sono oggi elaborate come progetti di norma, questi processi di saldatura si possono eseguire secondo le prescrizioni delle:

- DVS 2207 Teil 11 (testa a testa)
- DVS 2208 Teil 1 (attrezzature)
- DVS 2207 Teil 1 (elettrosaldatura)
- DVS 2207 Teil 3 (ad aria calda con apporto materiale)



Figura 3 - Zona di stoccaggio pallet di raccordi
Figure 3 - Fittings storage aerea

Condizioni di impiego

In funzione del programma della HÜRNER ITALIA SRL sono stati inseriti, per le condotte in PPH e in PPR, varie tabelle che permettono al progettista una immediata valutazione delle condizioni d'uso alle varie temperature e per vari periodi di tempo.

La tabella 1, che fornisce la pressione ammissibile in funzione di temperatura, tempo e SDR, vale per il materiale PPH. La tabella 2, con contenuto analogo, è invece valida per i materiali disponibili nella rispettiva linea in PPR/PPB.

A fronte della sollecitazione in depressione ammissibile delle condotte, sono state inserite la tabella 3 per il PPH e la tabella 4 per il PPR/PPB. L'elaborazione dei valori indicati è basata su una sollecitazione di 3 N/mm².

I valori elaborati di tutte le tabelle sono basati sul trasporto di acqua e devono, in caso di convogliamento di prodotti chimici, essere aggiornati con eventuali coefficienti diminutivi che possono essere forniti a richiesta. Inoltre è consigliabile applicare un coefficiente diminutivo globale di 0,8 considerando tutte le imperfezioni di una condotta posata.

Polipropilene modificato

A seguito delle richieste specifiche dell'industria per materiali in Polipropilene con caratteristiche particolari sia per tubazioni che per apparecchiature, sono stati sviluppati i materiali qui di seguito descritti, le cui caratteristiche si possono confrontare nella tabella generale. Questi materiali sono caratterizzati da proprietà di autoestinguenza e di conducibilità elettrica, ma non sono idonei per il trasporto di acqua potabile e di prodotti alimentari, a seguito dell'elevato carico di additivi.

Polipropilene copolimero nero (PPR nero)

Questo Polipropilene è molto adatto per l'installazione all'aperto, in quanto è resistente ai raggi UV. E' da notare che con l'aggiunta di additivo si è leggermente abbassata la resistenza, mentre le altre caratteristiche sono analoghe al PPR.

Polipropilene copolimero naturale (PPN) e polipropilene copolimero bianco (PP bianco)

Una delle specifiche applicazioni di questo materiale, che si comporta, come resistenza, allo stesso modo del PPR è nel campo industriale, per il trasporto di liquidi alimentari o liquidi ultra puri. Non possiede alcuna resistenza contro i raggi UV e se ne sconsiglia l'installazione all'esterno.

Polipropilene omopolimero autoestinguente (PPS) e polipropilene omopolimero autoestinguente bianco (PPS bianco)

Grazie alle proprietà di elevata rigidità e di autoestinguenza, questo polipropilene, resistente al fuoco, è usato per tubazioni e raccorderia a bassi spessori per il trasporto di vapori, gas e per la ventilazione industriale. Sta sostituendo gradatamente il PVC anche nella costruzione di camini, cappe ecc. Contrariamente al PVC, infatti, in caso di incendio il PPS non sprigiona acido cloridrico, notoriamente molto tossico. La resistenza meccanica è molto elevata, in quanto il materiale base è un omopolimero, ma presenta le stesse limitazioni dei materiali non resistenti ai raggi UV. Il colore base è il grigio.

Il PPS bianco invece è un'ulteriore modifica del PPS, ed è prevalentemente impiegato nell'industria microelettronica per la costruzione di specifiche apparecchiature, abbinando la caratteristica di autoestinguenza al suo elevato grado di purezza.

Polipropilene copolimero antistatico autoestinguente (PPS EL)

In questo materiale si sono unite in modo brillante tutte le caratteristiche specifiche di autoestinguenza e antistaticità, creando così un materiale termoplastico sempre più richiesto per applicazioni industriali (figura 6). Il PPS EL è adatto per il trasporto di polvere, liquidi, vapori di solventi e gas infiammabili come è già stato dimostrato in tanti impianti installati. L'aggiunta di additivi modifica in parte le caratteristiche chimiche e meccaniche del materiale di base; nel caso quindi di presenza di fluidi ad elevate temperature e pressioni è consigliabile consultare il nostro ufficio tecnico.

The third type of PP – PPR, also called PPC – is used to produce injection moulded fittings (figure 1). These are normally welded to PPH pipes for industrial applications, as there are no restrictions concerning joining all three PP materials. PPR pipes are not often used in industrial plant, but are often used for civil plant, with the relevant fittings, where it is possible to use pipes and fittings made from the same raw material thanks to the small dimensions involved. PPR pipes are present in PPR-HP execution for distribution of very pure liquids.

To ensure users use the materials in the best possible manner, here are some instructions on how to use them.

General characteristics of PP (polypropylene)

The PP produced by HÜRNER ITALIA SRL is a thermoplastic material that withstands working temperatures of up to 100 °C and is suitable for pressurised pipes. Whereas pipes not under pressure or at low pressure, PP can also be used for short periods at temperatures up to 120°C, regardless of the type of PP used.

GENERAL INFORMATION ABOUT POLYPROPYLENE

This document deals with the big family of polypropylene (PP): the most commonly used thermoplastic polyolefin material in its various forms for industrial pipes and, more recently, for civil pipes (heating, hot and cold water plumbing, etc.). This material is split into three main groups, each with specific subproducts having distinct characteristics, as described in detail below, and demanded by the market:

PPH	homopolymer polypropylene
PPB	block copolymer polypropylene
PPR or PPC	copolymer polypropylene (Random)

These three types of polypropylene are not used for similar applications, as there are now preferred uses for each, reflecting their specific characteristics.

PPH is normally used for extruded pipes and the production of semi-finished products, such as sheets, bars and welding rods, occasionally also for fittings.

PPB is becoming increasingly popular: until recently it was only used for semi-finished products. However, once its good chemical resistance to chlorine (in chloroelectrolysis plant) became known, HÜRNER ITALIA SRL has extended its program with this line of pipes and fittings to offer the market the components it needs to build plant for the shipping of highly corrosive liquids.



Figura 4 - Linea di processo industriale in PPR
Figure 4 - Process pipe system out of PPR

PPH offers high impact strength and does not deform as easily as the other two "copolymer" types (PPR and PPB), which have low impact strength. Their lower impact strength is due to the presence of ethylene in the macromolecular chain of PPH, thus changing its mechanical properties. In fact, this extra element makes PPR more fluid and so avoids the creation of bubbles and pinholes during injection moulding, for examples, thus improving the quality of the final component. PP can be used to carry food, having been approved in accordance with Italian Ministerial Circular n° 102, by the FDA, the KTW-Richtlinien etc. It is less suitable for water mains, but is widely used hot and/or cold water inside buildings.

To ensure long life, components made from PPR and copper must not be allowed to come into direct contact. At high temperatures, direct contact between PPR and copper encourages accelerated thermal oxidation and thus premature ageing of PPR.

The PPH used for extruded pipes and semi-finished products is a β -nuclear PPH – also called Beta(β)PP. HÜRNER ITALIA SRL has been using this since the 1970s with great success.

PP is mainly used in industry for pressurised process lines (figure 4), drains, ventilation, equipment components (figure 6), tanks, fans, scrubbers, linings, etc. PP can be used successfully in other applications thanks to its excellent properties and easy workability. PP is not recommended for the transportation of radioactive liquids with radiation higher than 10,000 Gray. The molecular structure of PP is altered at higher doses, leading to an initial rise in mechanical strength followed by cracks, if radiation continues. The reason for this is that the macromolecular chain is broken by the strong radiation.

The standard colour of PP is beige and so it cannot be considered to be UV resistant. Therefore, there may be colour changes in products installed in the open, though this will not affect their mechanical strength significantly. A surface layer of oxidised floury matter some tenths of a mm or so thick tells you that the PP has been corroded, but this "film" offers an effective barrier against further changes to the material.



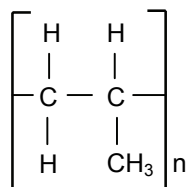
Figura 5 - Stoccaggio tubazioni con prelievo automatizzato
Figure 5 - Pipe stock with automatic handling

To avoid external corrosion, you can protect the pipe or component with a paint specifically formulated to protect against UV rays. This paint is white in colour.

PP offers:

- good and easy weldability
- simple workability
- good mouldability after heating
- great applicability thanks to its widespread availability and choice of shapes (figures 2-3-5)
- complete satisfaction of most size requirements

The chemical formula for PP is::



Advantages of PP

- Low specific weight: 0.91 g/cm³
- High resistance to internal pressure and low deformability at high temperatures
- High resistance to chemicals and heat
- Good weldability
- Low surface roughness
- Good abrasion resistance
- Smooth internal walls, affording no medium for biological growth
- Excellent insulation properties
- Good, easy deformability after heating
- Dyed with TiO₂
- Physiologically approved

Self-extinguishing

PP is not a self-extinguishing material. With the addition of specific additives it can become self-extinguishing (PPS), as can be seen in the chapter on modified polypropylene below. Like any organic compound, even PPS may catch light at high room temperatures.

High purity

For the use of distribution of high purity fluids, the PP material as became a leading position in PPR-HP (fittings, pipes) and PPR-HP (valves) due its level of the high surface finish and low cost. The production and packaging is performed under cleaned environmental conditions.

Solubility

PP swells in the presence of aliphatic, aromatic and chlorinated hydrocarbon solvents at high temperatures. However, PP does not dissolve completely, nor can it be totally destroyed.

Chemical resistance

PP can generally be claimed to be highly resistant to the following products:

- Basic liquids (all pH values)
- Most acids, but not oxidizing acids
- Saline solutions
- Alcohol
- Solvents

PP is not recommended when it is expected to come into contact with the following products, unless the specific working conditions are first carefully assessed:

- Sodium hypochlorite
- Sulphuric acid >80%
- Hydrochloric acid > 20% - risk of diffusion and attacking of metal structures
- Hydrofluoric acid > 40% - risk of diffusion and attacking of metal structures
- Nitric acid - swelling at high concentrations

Welding process

PP, like all thermoplastic materials, lets you make easy seams using the following processes:

- Butt welding (contact or IR process)
- Socket fusion welding
- Electrofusion welding with electric sockets up to OD 225 mm
- Hot air welding with added material

In the absence of national standards (some currently at the draft standard stage), welding should be done in accordance with:

- DVS 2207 Teil 11 (butt fusion),
- DVS 2208 Teil 1 (tools),
- DVS 2207 Teil 1 (electrofusion)
- DVS 2207 Teil 3 (hot air with added material)

Conditions of use

Depending on the HÜRNER ITALIA SRL program, various tables exist for PPH and PPR pipes allowing project managers to assess the conditions of use at various temperatures and various periods of time.

Table 1 Accepted pressure to suit temperature/time and SDR is for PPH. Table 2 (same title) is valid for the other materials in the PPR/PPB line.

To cover the possibility of stress due to depression in the pipes, tables 3 (PPH) and 4 (PPR/PPB) have been added, entitled Accepted depression for pipes. The reference strength for this calculation of depression value are 3 N/mm².

All values shown in the tables are for water and must be updated if chemical products are to be carried, using reduction factors. These are available on request. We also recommend applying a general reduction factor of 0.8 to take into account any imperfections in a laid pipe.



Figura 6 - Unità di abbattimento gas inquinanti in PPS EL
Figure 6 - Scrubber unit for gas treatment out of PPS EL

Modified polypropylene

Following the specific request by the industry for a special polypropylene material for piping and equipment, the following materials have been developed (see general table for details of their properties). These materials are self-extinguishing, electroconductive and are not suited for carrying drinking water and alimentary products because of the use of special additives.

Copolymer polypropylene, black (black PPR)

This polypropylene is ideal for outdoor installations as it offers good resistance to UV rays. It should be noted, however, that due to the additive, the strength of this modified material is lower than normal PPR, though the other properties unchanged.

Copolymer polypropylene - natural (PPN) and copolymer polypropylene - white (PP white)

This material, which has the same resistance as normal PPR, is used to carry ultra-pure liquids and food products in industry. It is not, however, stabilized against UV rays and so should not be used in outdoor installations.

Homopolymer polypropylene, self-extinguishing (PPS) and Homopolymer polypropylene, self-extinguishing-white (PPS white)

Thanks to its elevated rigidity and the fact that it is self-extinguishing and fire-proof, this form of polypropylene is used to produce very thin-walled pipes and fittings for carrying vapours and gases and industrial ventilation systems in general. It is a viable alternative to PVC in the construction of chimneys, hoods etc. as it does not release highly toxic hydrogen chloride in the event of a fire. With its homopolymer structure, it is extremely strong but is not UV-ray resistant. Its basic colour is grey. White PPS, on the other hand, is a further modification and is mostly used in the microelectronics industry for the construction of various pieces of equipment thanks to its being a self-extinguishing and high purity material.

Copolymer polypropylene, antistatic and self-extinguishing (PPS EL)

The bonus with this material lies in the fact that it is both self-extinguishing and anti-static , thus making it an ideal thermo-plastic material for industrial applications(figure 6). PPS EL can boast a proven track-record in carrying powders, liquids, solvents and flammable gases. With the use of special additives , the chemical and mechanical properties of the basic material can be partially modified. Please contact the engineering department of HÜRNER ITALIA SRL for advise on using PPS EL with fluids at high temperatures and pressure levels.

	Caratteristiche Specific properties	Norme Standard	Unità Units	Polipropilene Polypropylene				
				PPH	PPR	PPB	PPS	PPS EL
Proprietà fisiche Physical Properties	Peso specifico a 23 °C / Specific density at 23°C Indice di fluidità (MFI) / Melt flow index MFI 190/5 MFI 190/2,16 MFI 230/5 MFI gruppo / range	ISO 1183 ISO 1133 ISO 1133 ISO 1133 ISO 1872/73	g/cm³ g/10 min g/10 min g/10 min	0,910	0,910	0,912	0,920	1,130
				0,50	-	0,50	0,80	-
				-	-	0,30	-	-
				1,25	1,25	1,30	2,00	0,60
				M003	-	-	-	-
				30	25	26	30	29
Proprietà meccaniche Mechanical properties	Tensione di snervamento / Tensile stress at yield Allungamento a snervamento / Elongation at yield Resistenza alla rottura / Tensile stress at break Allungamento alla rottura / Elongation at break Limite di flessione con 3,5% / Flexural stress at 3,5% strain Modulo di elasticità a trazione / Module of elasticity (tensile test) Modulo di taglio / Module in shear Durezza sfera / Ball indentation hardness Resistenza all'urto a 23°C senza intaglio / Impact strength unnotched at 23°C Resistenza all'urto a 30°C senza intaglio / Impact strength unnotched at 30°C Resistenza all'urto a 23°C con intaglio / Impact strength notched at 23°C Resistenza all'urto a 0°C con intaglio / Impact strength notched at 0°C Resistenza all'urto a 30°C con intaglio / Impact strength notched at 30°C	ISO 527 ISO 527 ISO 527 ISO 527 ISO 178 ISO 178 ISO 527 ISO 2039-1 ISO 179 ISO 179 ISO 179 ISO 179 ISO 179	Mpa % Mpa % Mpa Mpa Mpa Mpa Mpa kJ/m² kJ/m² kJ/m² kJ/m² kJ/m²	10	12	11	10	25
				45	40	-	-	20
				>50	>50	-	>50	43
				28	22	-	33	-
				1150	750	1150	1050	1000
				650	400	-	750	-
				67	45	54	75	-
				-	-	No rottura/no break	-	-
				-	-	85	-	-
				50	25	40	10	3(IZOD)
				-	-	8	2,7	-
				5	2	3,2	2,4	-
Proprietà termiche Thermal properties	Punto di fusione cristalli / Crystallinity melting temperature Temperatura di rammolimento / Vicat-Softening point Resistenza a calore / Heat deflection temperature Conducibilità termica a 20°C / Thermal conductivity at 20°C Coeff. di dilatazione lineare / Linear coefficient of thermal expansion Comportamento al fuoco / Flammability	DIN 53 736 ISO 306 ISO 306 ISO 75 ISO 75 DIN 52 612 DIN 53 752 DIN 4102 UL 94	°C °C °C °C °C W/m²K 1/°K - -	160-165	150-154	-	164-168	148
				-	-	148	152	135
				31	65	72	85	80
				50	45	50	55	-
				36	70	73	85	-
				0,22	0,24	0,22	0,22	-
				1,6*10 ⁻⁴	1,6*10 ⁻⁴	1,6*10 ⁻⁴	1,6*10 ⁻⁴	1,6*10 ⁻⁴
				B2	B2	B2	B1 ⁽¹⁾	-
				94-HB	94-HB	94-HB	V2	V0
				20	20	20	30	30
				>10 ¹⁶	>10 ¹⁶	>10 ¹⁶	>10 ¹⁵	15(CTM)
				75	70	-	30-45	-
Proprietà elettriche Electrical Properties	Indice di ossigeno / Oxygen index Specifica resistenza trasversale / Specific volume resistance Rigidità dielettrica / Dielectric strength Relativa costante dielettrica a 1 MHz / Relative dielectric constant at 1 MHz Resistività superficiale / Specific surface resistance Colore standard / Colour Protezione contro raggi UV / UV stabilized	ISO 4589-1 VDE 0303 VDE 0303 DIN 53483 VDE 0303 - -	% Ohm cm kV/mm - Ohm - -	>10 ¹⁶	>10 ¹⁶	-	-	-
				2,3	2,3	-	-	-
				>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	339(CTM)
				RAL 7032	RAL 7032	RAL 7032	RAL 7037	RAL 9005
				NO	NO	NO	NO	SI/YES
				SI / YES	SI / YES	SI / YES	SI / YES	NO
Proprietà specifiche Specific Properties	Applicazione fisiologico / Physiologically non-toxic Omologazione FDA / FDA approval Omologazione FM / FM approval	EEC 90/128 - -	- - -	NO	NO	NO	NO	NO
				SI / YES	SI / YES	SI / YES	SI / YES	NO
				NO	NO	NO	NO	NO

(1) La classe B1 di comportamento a fuoco è valido solo per spessori tra 2 e 10 mm - Fire classification B1 only valid for a wall thickness of 2-10 mm
CTM Cabot Test Methode - Cabot test method