

Tubi di polietilene
per fluidi in
pressione

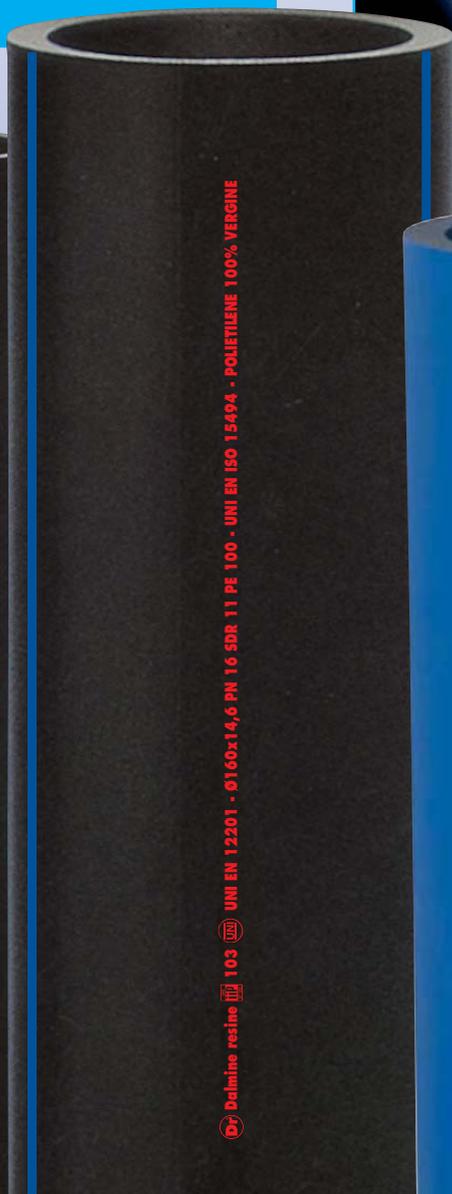
Manuale tecnico
Gennaio 2010



Dr Dalmine resine 103 UNI EN 12201 - Ø75x6,8 PN 12,5 SDR 11 PE 80 - UNI EN ISO 15494 - POLIETILENE 100% VERGINE



Dr Dalmine resine 103 UNI EN 12201 - Ø90x8,2 PN 12,5 SDR 11 PE 80 - UNI EN ISO 15494 - POLIETILENE 100% VERGINE



Dr Dalmine resine 103 UNI EN 12201 - Ø160x14,6 PN 16 SDR 11 PE 100 - UNI EN ISO 15494 - POLIETILENE 100% VERGINE



Dr Dalmine resine 103 UNI EN 12201 - PE 100 PN 16 SDR 11



Dr Dalmine resine 103 UNI EN 12201 - PE 100 PN 16 SDR 11

Indice

Il polietilene per tubi destinati alle applicazioni in pressione	4
Classificazione e designazione di PE	4
Evoluzione dei polimeri PE 100	5
Resistenza di tubi di PE agli effetti di intagli e di carichi concentrati	5
Tubi di PE 100 per tecniche di posa trenchless	7
Caratteristiche chimico - fisico - meccaniche generali di resine PE 80 e PE 100	7
Tubi di polietilene per fluidi in pressione	8
Caratteristiche generali	8
Caratteristiche sanitarie	8
Marchi di qualità	8
Gamma	10
Tubi di PE 100 Dalmine resine TS blu per applicazioni speciali conformi alla norma UNI EN 12201 e idonei a pose senza scavo con tecnologie trenchless e/o in assenza di letto in sabbia	10
Tubi di PE 100 sigma 80 conformi alle norme UNI EN 12201 e UNI EN ISO 15494	11
Tubi di PE 80 sigma 63 conformi alle norme UNI EN 12201 e UNI EN ISO 15494	12
Packaging tubi PE80 e PE 100	12
Calcolo e progettazione di condotte di PE in pressione	13
Calcolo idraulico	13
Coefficiente di correzione delle perdite di carico per diverse temperature	18
Colpo d'ariete	18
Dilatazioni termiche	21
Dilatazioni da variazioni di pressione	21
Variazioni delle pressioni nominali di esercizio in funzione della temperatura	22
Variazione dell'allungamento percentuale nel tempo a diversi carichi	22
Variazione del modulo elastico E del PEAD in funzione di vari parametri	22
Rigidità anulare	24
Verifica e dimensionamento automatici di condotte di PE in pressione	25
Progetto GDW	25
Capitolato tecnico di acquisto di tubi di PE 100 TS (Trenchless System) BLU per applicazioni speciali nella adduzione di fluidi in pressione	26

Capitolato tecnico di acquisto di tubi di PE 100 HP (High Performance) sigma 80 per adduzione di fluidi in pressione conformi a UNI EN12201 e UNI EN ISO 15494	27
Capitolato di acquisto di tubi di PE 80 sigma 63 per adduzione acqua in pressione secondo UNI EN12201 e UNI EN ISO 15494	28
Raccomandazioni per la movimentazione e lo stoccaggio nei magazzini	29
Raccomandazioni per la movimentazione e lo stoccaggio in cantiere	29
Scarico e movimentazione	29
Accatamento	29
Raccomandazioni per la corretta posa in cantiere	30
Prescrizioni per la posa	30
Compattazione	31
Classificazione dei terreni	32
Collaudo idraulico di condotte posate	33
Procedimento di prova	33
Preparazione	33
Prova	33
Formule utili e terminologia	34
Formule base di calcolo	34
Terminologia	34
Riferimenti normativi	35
Comportamento delle tubazioni di PE agli agenti chimici	36
Fluidi che possono essere trasportati a pressione atmosferica fino a 20 °C a mezzo di tubi di PEAD non sottoposti a sollecitazioni esterne	41
Fluidi che NON possono essere trasportati a mezzo di tubi di PEAD	42

Il polietilene per tubi destinati alle applicazioni in pressione

Il polietilene è una resina termoplastica appartenente alla famiglia delle poliolefine, ed è ottenuta dalla polimerizzazione dell'etilene.

Il processo di polimerizzazione consiste nel legare assieme molecole di etilene in una lunga catena chiamata macromolecola o polimero.

Con i diversi processi di sintesi si ottengono Polietileni con diversi gradi di cristallinità (i quali rappresentano il rapporto, nella massa plastica, tra zone amorfe e zone cristalline).

Sul mercato esistono diversi polietileni differenziati dalle loro caratteristiche reologiche: polietileni ad Alta Densità (PE/A; HDPE nella notazione inglese) e a Media Densità (PE/B; MDPE nella notazione inglese) il cui impiego principale è nella adduzione di fluidi in pressione e nella distribuzione di gas, e a Bassa Densità (PEb.d.; LDPE nella notazione inglese) il cui impiego oggi è prevalentemente nelle installazioni agricole e irrigue.

Classificazione e designazione di PE

I processi di sintesi industriali sono brevettati e quelli impiegati oggi nella produzione di Polietilene PE/A e PE/B per tubi in pressione conferiscono ai materiali elevate proprietà di:

- 1) resistenza allo scorrimento plastico;
- 2) resistenza alla fessurazione lenta;
- 3) resistenza alla fessurazione rapida.

Allo scopo di garantire un'adeguata qualità dei prodotti, i polietileni per tubi sono commercializzati sotto forma di granuli neri ottenuti per masterizzazione (aggiunta di additivi) del polietilene incolore in adeguati impianti petrolchimici.

Nella applicazione per fluidi in pressione, primaria importanza è attribuita alla resistenza allo scorrimento plastico (invecchiamento) del materiale (polietilene), essa viene determinata come valore di resistenza minima richiesta a 50 anni (Minimum Required Strength a 20 °C) attraverso la costruzione delle curve di regressione secondo ISO/TR 9080 per i diversi tipi di polietilene alta e media densità. Per ciascun materiale operando su campioni di tubi sottoposti a diverse temperature (20 °C, 40 °C, 60 °C, 80 °C) fino a rottura,

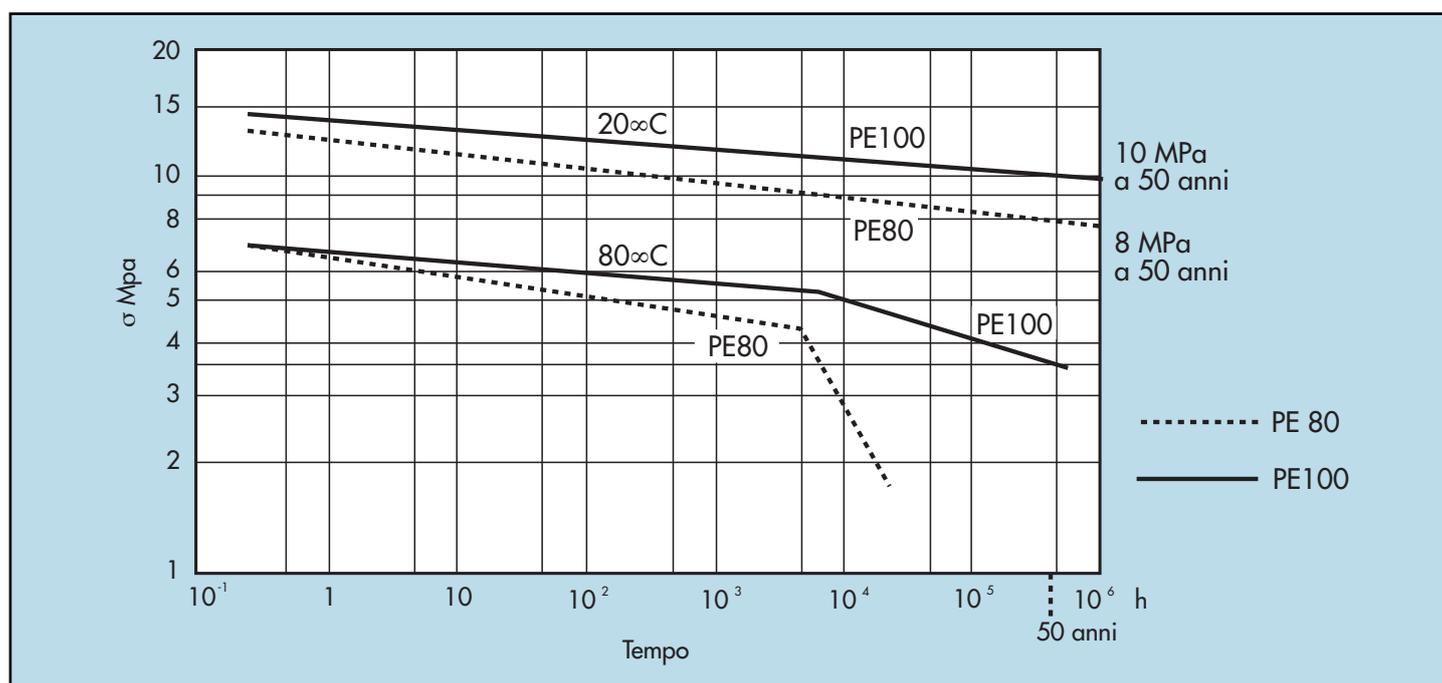


Fig. 1 - Curve di regressione. Determinazione del valore di MRS di PE 100 e PE 80.

si determinano come detto, le curve di regressione e da quella a 20 °C si desumono i parametri di progetto.

Il valore del carico da assumere per il progetto (sigma di progetto per il calcolo dello spessore del tubo) è pari all'MRS di riferimento ridotto di un coefficiente di sicurezza di 1,25 (acqua) e 3,25 (gas).

Nella tabella 1 sono elencati i tipi di polietilene alta e media densità oggi disponibili sul mercato specificatamente per la costruzione di condotte per fluidi in pressione e classificati secondo le rispettive curve di regressione (figura 1) ricavate in conformità alle ISO/TR 9080.

Designazione	MRS (MPa)	Sigma (kgf/cm ²)
PE 100	10,0	80
PE 80	8,0	63

Tab. 1 - Classificazione di polietileni per condotte di fluidi in pressione.

Evoluzione dei polimeri PE 100

Tubi di polietilene PE 100 TS per pose senza scavo e in assenza di letto in sabbia (applicazioni speciali).

Le caratteristiche di flessibilità, maneggevolezza, resistenza alle sollecitazioni, dei tubi di polietilene, hanno consentito nella posa di condotte, lo sviluppo di tecnologie di tipo trenchless system (TS), senza scavo per la realizzazione di nuove reti idriche o per il ripristino di quelle ammalorate.

In questi tipi di utilizzi non si può evitare durante la posa di danneggiare la superficie esterna dei tubi con graffi e intagli, e non si può escludere che si verifichino situazioni di carichi concentrati sulla superficie dei tubi, determinate da cocci di tubazioni in gres, ghisa o in cemento preesistenti, rottami o pietre presenti nel terreno.

Queste situazioni generano sollecitazioni aggiuntive che porterebbero tubi tradizionali a premature rotture, ma che sono efficacemente prevenute dalle elevate prestazioni di una nuova

generazione di PE 100 le cui catene polimeriche sono progettate con qualità e caratteristiche studiate appositamente per governare e contenere gli effetti di graffi e intagli e di carichi concentrati.

Questo rappresenta l'ultima evoluzione con caratteristiche speciali denominati polietileni "PE 100 TS".

Resistenza di tubi di PE agli effetti di intagli e di carichi concentrati

Al fine di ottenere l'elevata resistenza agli effetti di graffi e intagli sui tubi, sono decisivi nella valutazione del rischio di rotture, i valori caratteristici di resistenza allo SCG (slow crack growth = crescita lenta della frattura) del Polietilene misurabile con il Notch Pipe Test (tubi con spessori > 5 mm), con il Cone test (tubi con spessori < di 5 mm) e con il Full Notch Creep Test.

Il PE 100 TS ha elevati valori di resistenza allo SCG, molto superiori al requisito di norma previsto (UNI EN 12201) e superiori al valore medio dei polietileni tradizionali.

Come mostra la figura 2, il risultato del Notch Pipe Test del PE 100 TS è superiore anche alla prestazione del PEX, polietilene reticolato, materiale noto per l'ottima resistenza agli effetti di intagli.

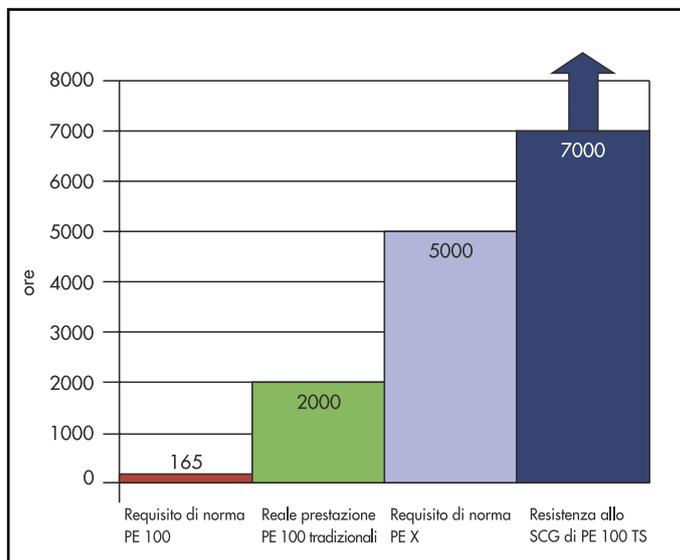


Fig. 2 - Valori di resistenza allo SCG: risultati del Notch Pipe Test.

Le elevate prestazioni del PE 100 TS sono evidenziate anche dai risultati del test del cono, che misura la propagazione di un taglio prodotto su un campione di tubo posto in condizioni critiche.

Come mostra la figura 3, il taglio sul campione di tubo di PE 100 TS non cresce, anche dopo lunghi periodi di prova, conferendo ai tubi proprietà di resistenza straordinarie.

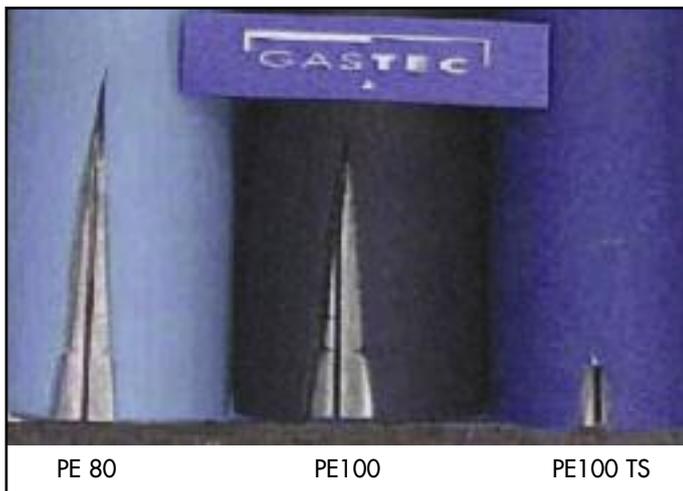


Fig. 3 - Test del cono.

Nell'esecuzione del Full Notch Creep Test, un campione di prova, parallelepipedo ricavato da tubo, è intagliato sulla circonferenza (vedi figura 4) ed è posto in trazione con carico costante di 4 N/mm in una soluzione acquosa a 80 °C al 2% di Arkopal N-100 (tensioattivo) fino a rottura.

Il valore richiesto di resistenza senza che insorgano rotture, correlato scientificamente agli altri alti valori di resistenza al fenomeno del SCG è superiore uguale a 3300 ore. Le prove eseguite su PE 100 Dalmine resine TS blu confermano ampiamente le elevate prestazioni richieste per questa categoria di tubi, infatti il FNCT ha superato 3670 ore senza evidenziare rotture.

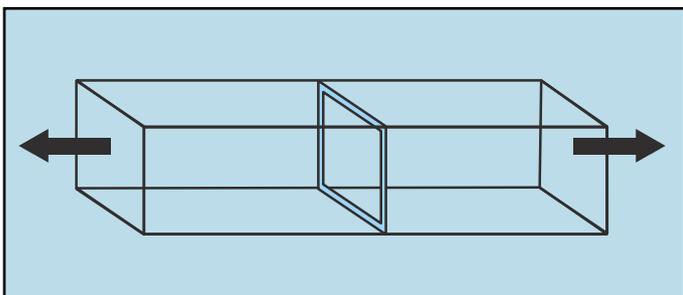


Fig. 4 - Campione di prova per il FNCT sottoposto a trazione.

Uno dei metodi per valutare la resistenza dei tubi agli effetti di carichi concentrati (come i carichi generati in esercizio, da pietre o cocci presenti nel terreno di ricoprimento, quando non è utilizzata la sabbia), è quello di misurare in laboratorio il tempo necessario all'insorgere di rotture in un campione di tubo sottoposto a pressione idrostatica, sulla superficie esterna del quale è applicato, a mezzo di un puntale, un carico costante elevato che agisce perpendicolarmente all'asse del tubo stesso.

Il test dimostra che in queste condizioni la rottura si innesca sempre a partire dalla superficie interna del tubo (figura 7), dove, per la deformazione indotta, le sollecitazioni a trazione sul materiale sono maggiori.

Questo spiega perché la protezione della sola superficie esterna (come nel caso di guaine, o strati esterni) da questi fenomeni, non sia sufficiente a preservare l'integrità della tubazione per l'intera vita utile.

I tubi di PE 100 TS, come mostra la figura 5, offrono una resistenza >8760 ore (1 anno) di gran lunga superiore alla prestazione media dei PE 100 tradizionali.

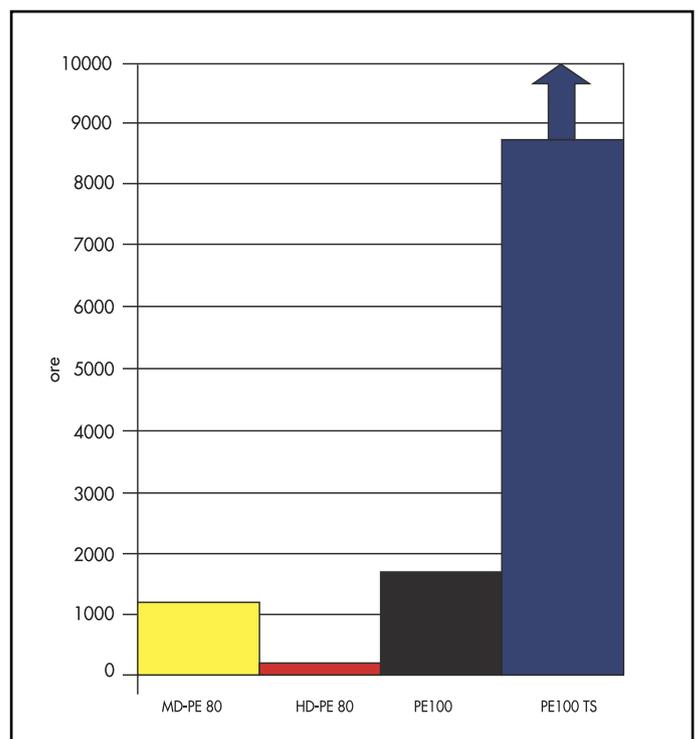


Fig. 5 - Durata di tubi di diversi materiali sottoposti al test di resistenza al carico concentrato.

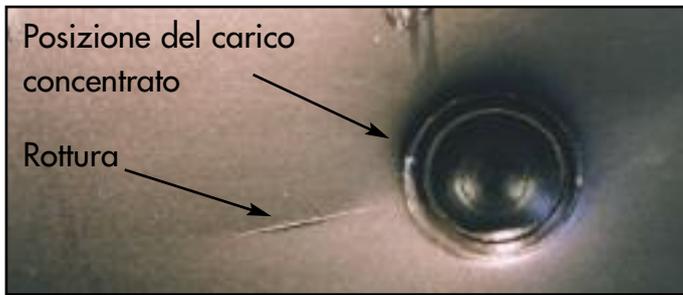


Fig. 6 - Test di resistenza ai carichi concentrati: superficie esterna.



Fig. 7 - Test di resistenza ai carichi concentrati: superficie interna.



Fig. 8 - Intervento di risanamento con tubi PE 100 blu.

Tubi di PE 100 TS per tecniche di posa trenchless

Di recente in Germania è stato elaborato dalla DIN, l'istituto di normazione tedesco, un documento tecnico che regola caratteristiche e requisiti di materiali e tubi (PE) idonei ad essere impiegati con tecniche trenchless. Il documento è la PAS (Publicly Available Specification) 1075 "Tubi di Polietilene per tecniche di installazione alternative". Il documento introduce per i materiali la designazione PE 100 RC (resistenti al creep) per i quali viene fissato un livello di resistenza al Full Notch Creep Test di 8760 ore, e per i tubi, ai fini del controllo qualità, una prova di creep accelerato ACT che deve superare 160 ore, questo valore è correlato scientificamente al valore di resistenza previsto sui tubi misurato con FNCT superiore a 3300 ore. I tubi PE 100 Dalmine resine blu testati con la procedura ACT secondo PAS 1075, superano 750 ore che si correlano ad un tempo di resistenza al thermal ageing di oltre 8760 h (1 anno), confermando così l'eccellente prestazione e la idoneità ad essere impiegati anche con tecniche di posa alternative.

Caratteristiche chimico - fisico - meccaniche generali di resine PE 80 e PE 100

Descrizione	Unità di misura	PE 80	PE 100	Metodi
Caratteristiche fisiche				
Densità (massa volumica)	g/cm ³	0,950÷0,957	0,955÷0,961	ISO 1183
Indice di fluidità 190 °C - 5 kg	g/10 min	0,35÷0,6	0,2÷0,5	ISO 1133
Caratteristiche meccaniche				
Modulo elastico	N/mm ²	≈ 900	≈≈ 1200	ISO 6259
Carico a snervamento	N/mm ²	≈ 22	≈ 24	ISO 6259
Allungamento a rottura	%	≥ 600	≥ 600	ISO 6259
Durezza Shore D a 20 °C	-	57	59	ISO 868
Resilienza IZOD S.I. 23 °C	J/m ²	> 600	> 600	ASTM D 256
Caratteristiche termiche				
Conducibilità termica a 23 °C	W/m · k	0,38	0,38	DIN 52612
Coefficiente dilatazione termica lineare	mm/m · °C	0,13	0,13	ISO 11359
Temperatura di fragilità	°C	< -70	< -70	ASTM D 746
Altre proprietà				
Contenuto nero fumo	%	2,0÷2,5	2,0÷2,5	ISO 6964
Indice di dispersione	-	≤ 3	≤ ≤ 3	ISO 18553
Stabilità termica a 200 °C (OIT)	min	> 20	> 20	UNI EN 728

Tab. 2

Tubi di polietilene per fluidi in pressione

Caratteristiche generali

- Leggerezza
- Buona resilienza
- Ottima lavorabilità
- Impermeabilità
- Facilità nella posa
- Atossicità
- Ottima resistenza agli effetti di graffi e intagli (NPT) e ai carichi concentrati (PE TS ad elevate prestazioni)
- Notevole resistenza agli agenti atmosferici ed alle alterazioni provocate dalle radiazioni ultraviolette
- Elevata resistenza agli agenti chimici e batteriologici
- Resistenza alle basse temperature
È possibile l'impiego di tubazioni in PE fino a temperature molto al di sotto dello 0 °C.
Il range di utilizzo va infatti da -40 °C a +40 °C.

I tubi Dalmine resine sono ottenuti per estrusione di materia prima (Polietilene) proveniente dalle più qualificate e certificate industrie europee e sono conformi e certificati alle norme di riferimento.

La normativa di riferimento per i requisiti dei tubi per acqua potabile è la UNI EN 12201 e per i tubi per applicazioni industriali (fluidi generici) è la UNI EN ISO 15494.

Descrizione caratteristica	Unità di misura	Valore tipico normale	Valore PE HP elevate prestazioni	Valore PE 100 TS applicazioni speciali	Metodi
Resistenza alla pressione interna (condizioni di prova secondo UNI EN 12201) 165 ore 80 °C 1000 ore 80 °C	ore	> 165 > 1000	> 500 > 1000	> 500 > 1000	UNI EN ISO 1167
Resistenza alla propagazione lenta della frattura (SCG) con Notch Pipe Test	ore	> 165	> 500	> 5000	ISO 13479
Test accelerato per la resistenza al creep	ore	-	-	> 160	PAS 1025

Tab. 3 - Principali caratteristiche meccaniche correlabili alla durabilità e alle prestazioni in opera.

Caratteristiche sanitarie

I tubi di polietilene alta densità per condotte di fluidi in pressione destinati al consumo umano sono conformi alla norma UNI EN 12201 e alle prescrizioni igienico-sanitarie del Decreto n° 174 del 6.4.04 del Ministero della Sanità (Acqua potabile) e al decreto del Ministero della Sanità 21.3.73 (Liquidi alimentari).

Marchi di qualità

La conformità dei tubi alle normative è certificata da IIP Istituto Italiano dei Plastici con marchio n° 103.



Istituto Italiano
dei Plastici



Le **caratteristiche organolettiche** delle nostre tubazioni sono verificate secondo **UNI EN 1622** nel rispetto dei parametri imposti dalla **Unione Europea**, quindi ottenute con sole **Materie Prime vergini** prive di materiali **rigenerati** o **riciclati**, di conseguenza la verifica secondo **UNI EN 1622** è un'ulteriore garanzia di qualità, resistenza meccanica e lunga durata nel tempo.



IIP ha certificato che i nostri tubi di PE 80 e PE 100 non alterano le proprietà organolettiche dell'acqua potabile trasportata (stabilite dal DPR n° 31 del 2.2.01), verificate secondo la norma UNI EN 1622.



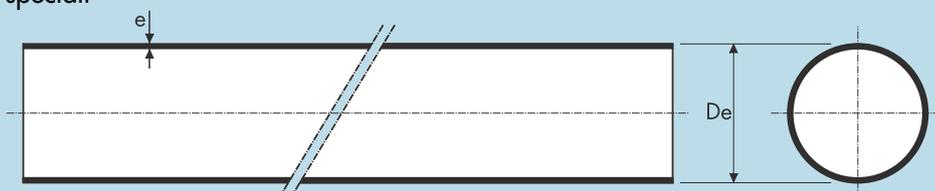
Tubi di PE 100 Dalmine resine TS blu per applicazioni speciali conformi alla norma UNI EN 12201 e idonei a pose senza scavo con tecnologie trenchless e/o in assenza di letto in sabbia

Tubi PE100 Dalmine resine TS

Materiale: PE 100 TS per applicazioni speciali

Colore: Blu (RAL 5005)

Marcatura: rossa



Resistenza della crescita lenta della frattura (SCG) ISO 13479: > 5.000 ore

Dimensioni in mm

Diametro esterno nominale - De mm	SDR 26			SDR 17			SDR 11			SDR 7,4		
	PN 6			PN 10			PN 16			PN 25		
	e mm	Barre	Rotoli									
20										3,0		●
25							2,3		●	3,5		●
32							3,0		●	4,4		●
40							3,7		●	5,5		●
50				3,0		●	4,6		●	6,9		●
63				3,8		●	5,8		●	8,6		●
75				4,5	●	●	6,8	●	●	10,3	●	●
90				5,4	●	●	8,2	●	●	12,3	●	●
110				6,6	●	●	10,0	●	●	15,1	●	●
125				7,4	●		11,4	●		17,1	●	
140				8,3	●		12,7	●		19,2	●	
160	6,2	●		9,5	●		14,6	●		21,9	●	
180	6,9	●		10,7	●		16,4	●		24,6	●	
200	7,7	●		11,9	●		18,2	●		27,4	●	
225	8,6	●		13,4	●		20,5	●		30,8	●	
250	9,6	●		14,8	●		22,7	●		34,2	●	
280	10,7	●		16,6	●		25,4	●		38,3	●	
315	12,1	●		18,7	●		28,6	●		43,1	●	
355	13,6	●		21,1	●		32,2	●		48,5	●	
400	15,3	●		23,7	●		36,3	●		54,7	●	
450	17,2	●		26,7	●		40,9	●		61,5	●	
500	19,1	●		29,7	●		45,4	●				

Tab. 4 - Dimensioni e confezionamento.

Tubi di PE 100 sigma 80 conformi alle norme UNI EN 12201 e UNI EN ISO 15494

Tubi di PE 100

Materiale: PE 100 Sigma 80

Colore: nero

Costruzione: banda blu

Marcatura: rossa



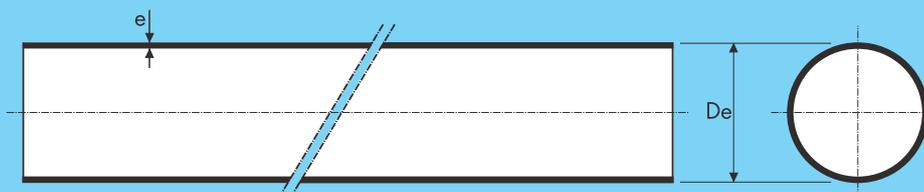
Dimensioni in mm

Diametro esterno De mm	SDR 26			SDR 17			SDR 13,6			SDR 11			SDR 7,4		
	PN 6			PN 10			PN 12,5			PN 16			PN 25		
	e mm	Barre	Rotoli	e mm	Barre	Rotoli	e mm	Barre	Rotoli	e mm	Barre	Rotoli	e mm	Barre	Rotoli
20										2,0		●	3,0		●
25										2,3	●	●	3,5	●	●
32										3,0	●	●	4,4	●	●
40										3,7	●	●	5,5	●	●
50				3,0		●	3,7		●	4,6	●	●	6,9	●	●
63				3,8		●	4,7		●	5,8	●	●	8,6	●	●
75				4,5	●	●	5,6		●	6,8	●	●	10,3	●	●
90				5,4	●	●	6,7		●	8,2	●	●	12,3	●	●
110				6,6	●	●	8,1		●	10,0	●	●	15,1	●	●
125				7,4	●					11,4	●		17,1	●	
140				8,3	●					12,7	●		19,2	●	
160	6,2	●		9,5	●					14,6	●		21,9	●	
180	6,9	●		10,7	●					16,4	●		24,6	●	
200	7,7	●		11,9	●					18,2	●		27,4	●	
225	8,6	●		13,4	●					20,5	●		30,8	●	
250	9,6	●		14,8	●					22,7	●		34,2	●	
280	10,7	●		16,6	●					25,4	●		38,3	●	
315	12,1	●		18,7	●					28,6	●		43,1	●	
355	13,6	●		21,1	●					32,2	●		48,5	●	
400	15,3	●		23,7	●					36,3	●		54,7	●	
450	17,2	●		26,7	●					40,9	●		61,5	●	
500	19,1	●		29,7	●					45,4	●				
560	21,4	●		33,2	●					50,8	●				
630	24,1	●		37,4	●					57,2	●				
710	27,2	●		42,1	●										
800	30,6	●		47,4	●										
900	34,4	●		53,3	●										
1.000	38,2	●		59,3	●										

Tab. 5 - Dimensioni e confezionamento.

Tubi di PE 80

Materiale: PE 80 Sigma 63
 Colore: nero
 Coostruzione: banda blu
 Marcatura: blu



Dimensioni in mm

Diametro esterno De mm	SDR 11			SDR 17		
	PN 12,5			PN 8		
	e mm	Barre	Rotoli	e mm	Barre	Rotoli
25	6,2		●			
32	3,0		●			
40	3,7		●			
50	4,6		●	3,0		●
63	5,8		●	3,8		●
75	6,8		●	4,5		●
90	8,2		●	5,4		●
110	10,0		●	6,6		●

Tab. 7 - Dimensioni.

Lunghezze

Per le lunghezze dei tubi ed il loro confezionamento vedere la tabella 8.

Diametro esterno De mm	Lunghezze dei tubi in metri
	Rotoli
20	100 ÷ 200
25 ÷ 75	100
90 ÷ 110	50
> 110	-

Tab. 8 - Lunghezze e confezionamento.

Packaging tubi PE 80 e PE 100

Dalmine resine, per le confezioni dei tubi PE 80 e PE 100 e PE 100 TS in barre, adotta il nuovo packaging con "geometria ad esagono" che offre agli utilizzatori i seguenti pratici vantaggi:

- Struttura più compatta;
- Facilità nello stoccaggio (base piana);
- Barre sempre dritte in tutte le fasi di movimentazione e stoccaggio;
- Eliminazione dei materiali di imballaggio (legname, chiodi e reggette metalliche) e quindi dei relativi costi di smaltimento;
- Riciclabilità di tutti i prodotti impiegati per le confezioni.



Calcolo e progettazione di condotte di PE in pressione

Calcolo idraulico

I tubi in PE/A presentano lo stesso comportamento idraulico delle tubazioni in PVC, cioè quello di un tubo "estremamente liscio", anche dopo molti anni di esercizio.

Nel contempo, presentano maggiori vantaggi, rispetto a materiali tradizionali, quali, un modulo di elasticità $E \approx 1000 \text{ MPa}$, più basso che limita le sovrappressioni per "Colpo d'Ariete" e una minor frequenza delle giunzioni (ogni 50 metri ed oltre per i tubi in rotoli e ogni 12 metri per i tubi in barre).

In più, la natura stessa delle giunzioni (saldatura di testa o con manicotto) riduce drasticamente i fenomeni di perdite di carico concentrate, poiché non aumenta significativamente la superficie di contatto con il fluido.

Per il calcolo della sovrappressione causata dal Colpo di Ariete, si rimanda alla formula di pagina 18.

Il calcolo idraulico delle tubazioni in PE può essere effettuato utilizzando l'espressione, correntemente impiegata, di Darcy-Weisbach:

$$\Delta h = \lambda \cdot \frac{L}{D_i} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

dove:

- Δh = perdita di carico totale m/km;
- L = lunghezza condotta;
- D_i = diametro interno condotta;
- V = velocità dell'acqua nella condotta;
- g = accelerazione di gravità;
- λ = coefficiente di attrito.

Nella figura 9 è riportato l'abaco delle perdite di carico per acqua a 10 °C calcolate con λ derivata dalla relazione di Blasius.

Nelle figure 10÷13 sono riportati gli abachi delle perdite di carico, calcolati con λ derivata dalla formula di Colebrook-White:

dove:

- K_b = scabrezza superficiale del tubo in mm.
Per il PE si può assumere 0,007;
- Re = numero di Reynolds.

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{K_b}{3,71 d_i} \right)$$

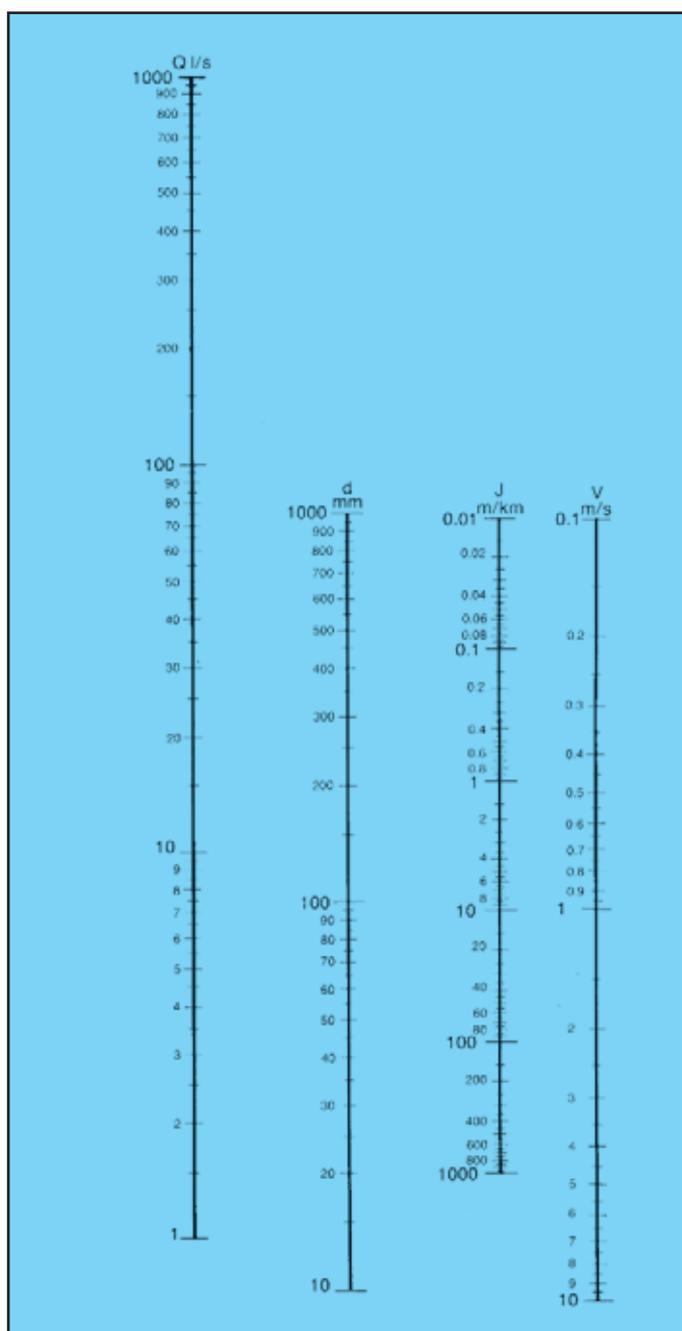


Fig. 9 - Abaco delle perdite di carico nei tubi di polietilene ricavato dalla formula di Blasius.

Tubazioni in polietilene SDR 26 UNI EN 12201 e UNI EN ISO 15494

Abaco delle perdite di carico per acqua a 12 °C

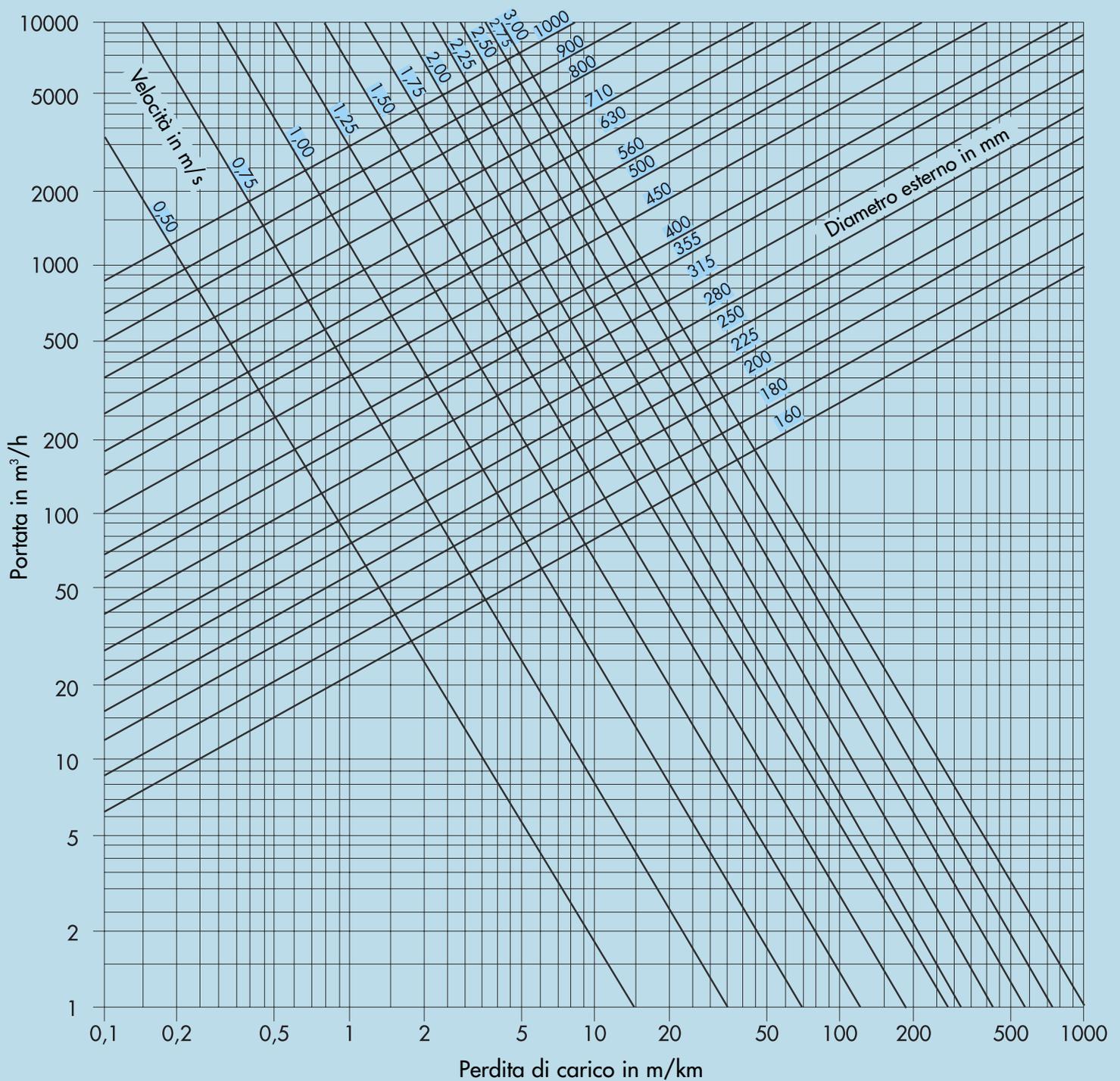


Fig. 10

$$SDR = \frac{De}{sp}$$

Tubazioni in polietilene SDR 17 UNI EN 12201 e UNI EN ISO 15494

Abaco delle perdite di carico per acqua a 12 °C

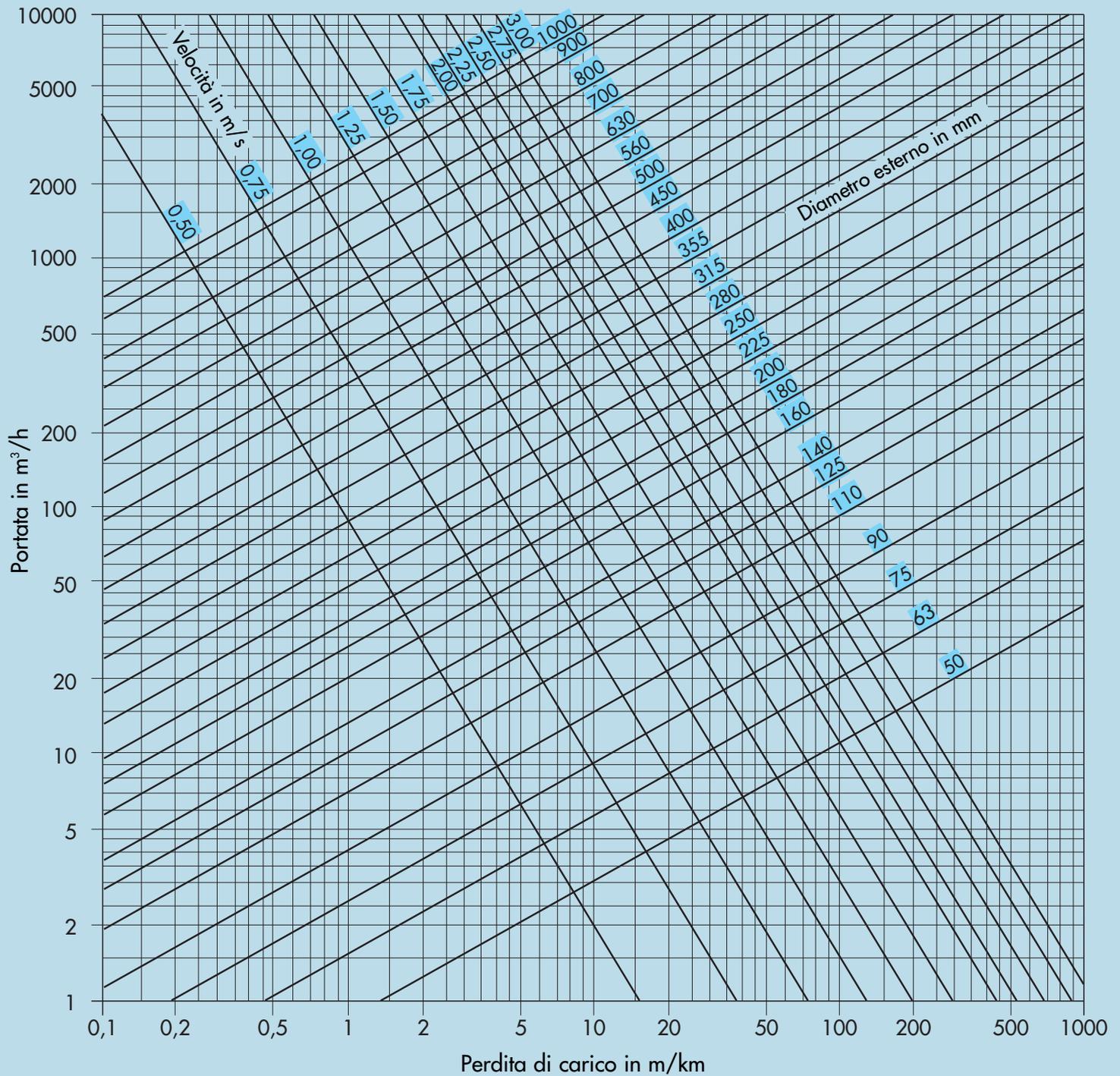


Fig. 11

$$SDR = \frac{De}{sp}$$

Tubazioni in polietilene SDR 11 UNI EN 12201 e UNI EN ISO 15494

Abaco delle perdite di carico per acqua a 12 °C

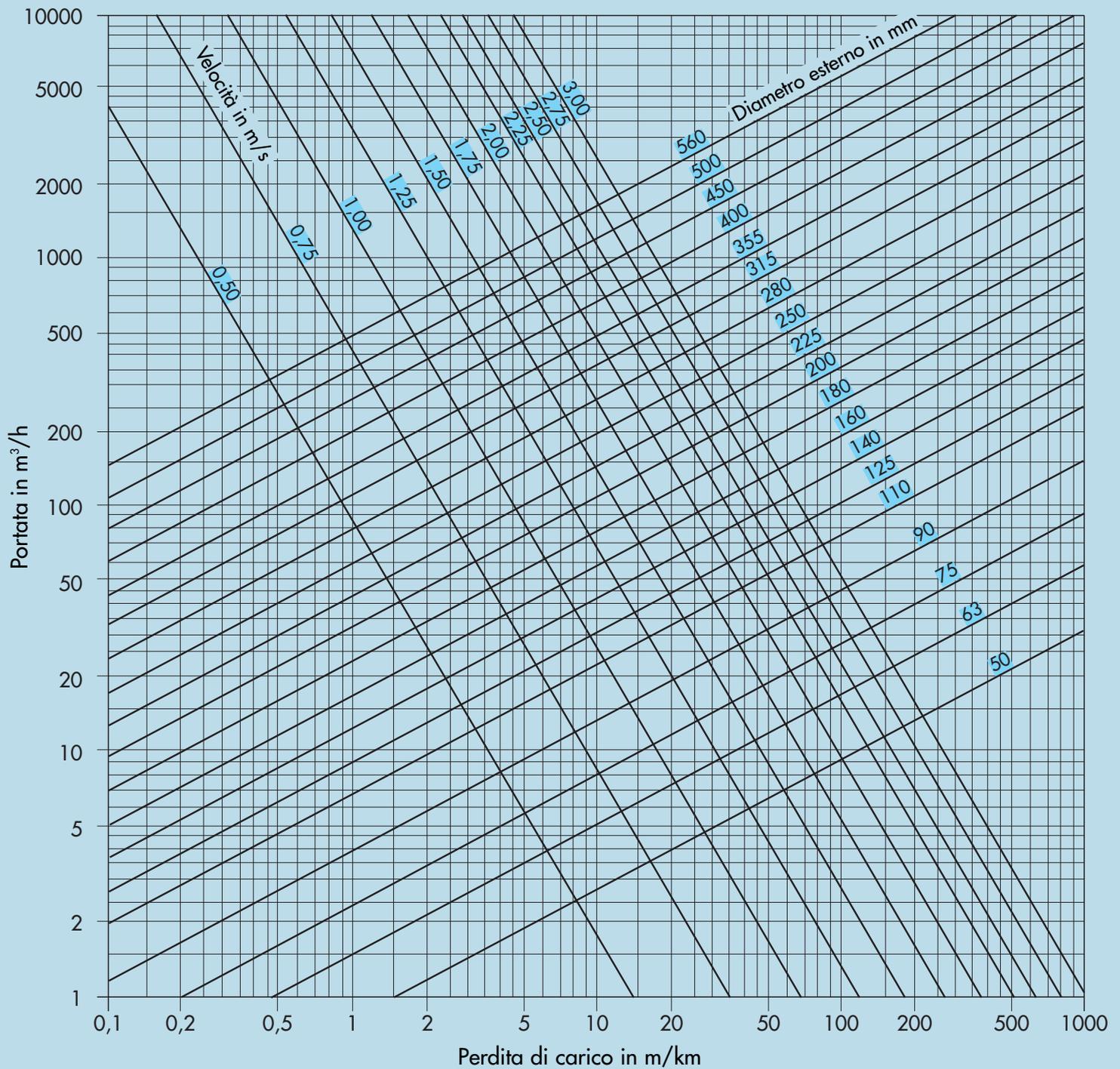


Fig. 12

$$SDR = \frac{De}{sp}$$

Tubazioni in polietilene SDR 7,4 UNI EN 12201 e UNI EN ISO 15494

Abaco delle perdite di carico per acqua a 12 °C

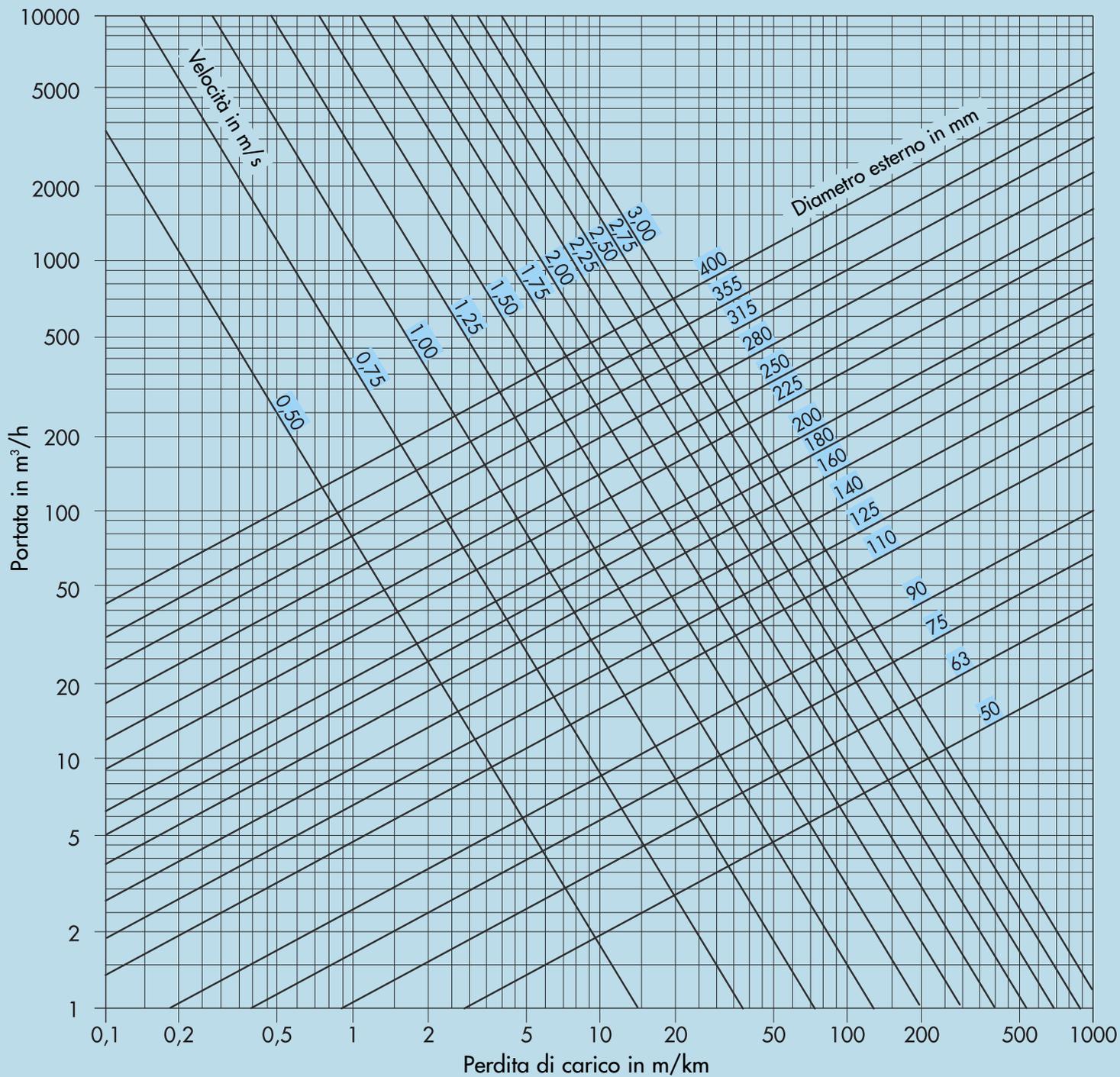


Fig. 13

$$SDR = \frac{De}{sp}$$

Coefficiente di correzione delle perdite di carico per diverse temperature

Se la temperatura del fluido è notevolmente diversa dalla temperatura di riferimento (12 °C), il risultato indicato dai precedenti abachi va moltiplicato per un coefficiente correttivo il cui valore può essere ricavato dal diagramma di figura 14.

Va comunque tenuto presente che il limite di temperature del fluido trasportato nelle condotte di PE, in pressione fissato nelle norme, è 40 °C.

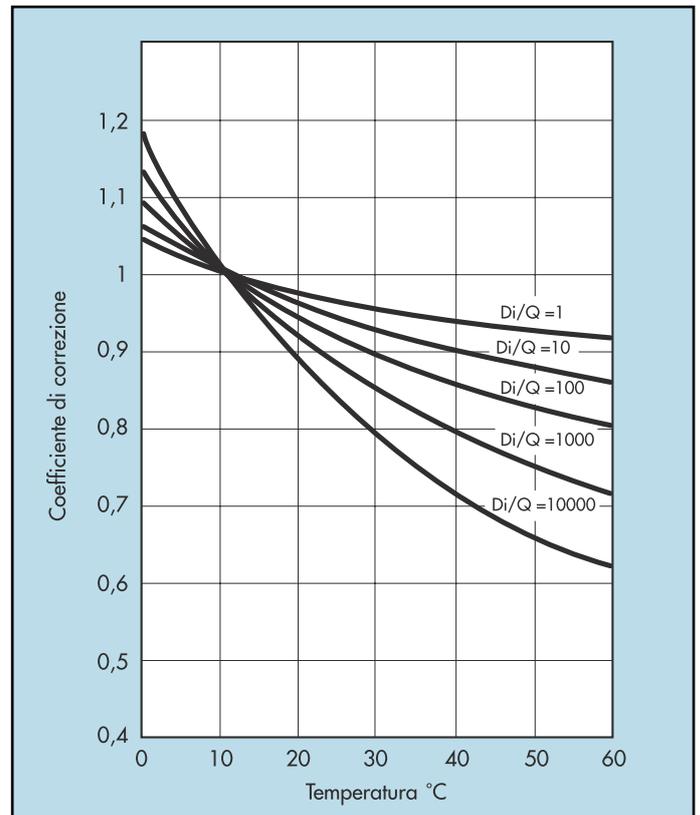


Fig. 14 - Coefficiente di correzione alle perdite di carico in funzione della temperatura.

Colpo d'ariete

Variazioni di portata dovute per esempio all'apertura/chiusura di una saracinesca o all'accensione/spegnimento di una pompa, generano sovrappressioni (o depressioni) che possono raggiungere valori critici per la condotta.

Se queste variazioni sono repentine il fenomeno che si determina è detto "colpo d'ariete".

La sovrappressione creata dal Colpo d'Ariete dipende dal tempo di manovra della saracinesca, dalla velocità e dalle caratteristiche del liquido trasportato ed infine dalla deformabilità elastica del tubo.

Per il calcolo della sovrappressione o depressione (Δh) espressa in metri di colonna d'acqua si fa uso della formula di Allievi:

$$\Delta h = \frac{c}{g} V_0$$

$$c = \frac{C}{\sqrt{1 + \frac{\varepsilon}{E} \cdot \frac{D}{s}}}$$

dove:

c = velocità di propagazione della perturbazione in m/s;

g = accelerazione di gravità 9,81 m/s²;

V_0 = velocità dell'acqua prima della chiusura in m/s;

C = velocità del suono nell'acqua a 15 °C (1420 m/s circa);

ε = modulo di elasticità dell'acqua ($2 \cdot 10^8$ kgf/m²);

E = modulo di elasticità del materiale costituente il tubo in kgf/m²;

D = diametro del tubo in m;

s = spessore del tubo in m.

I valori del modulo di elasticità E e del rapporto ε/E sono rispettivamente:

	E	ε/E
PE 80 - PE 100	$0,9 \cdot 10^8$ kgf/m ²	2,2
acciaio	$210 \cdot 10^8$ kgf/m ²	0,01
amianto cemento	$20 \cdot 10^8$ kgf/m ²	0,1
ghisa	$105 \cdot 10^8$ kgf/m ²	0,02

La sovrappressione massima si genera quando il tempo di chiusura (T_m) è inferiore o uguale alla durata della fase, ossia al tempo critico, T_{cr} , di propagazione della perturbazione dalla saracinesca al serbatoio di carico e ritorno. In questo caso la manovra è considerata brusca e la sovrappressione che si genera è data dal grafico di figura 15 in funzione di

$$SDR = \frac{De}{sp}$$

Nel caso in cui la durata della manovra è superiore alla durata critica T_{cr} (manovra non brusca) la sovrappressione che si genera è inferiore e può essere interpolata sul grafico di figura 8.

$$T_{cr} = \frac{2L}{c}$$

dove:

T_{cr} = durata critica in secondi;

L = lunghezza della condotta per il tratto considerato in mm.

Il D.M. 12/12/1985 fissa dei limiti alla massima sovrappressione di colpo d'ariete ammissibile in funzione della pressione idrostatica che si ha nella condotta indicati in tabella 9.

Quando dai calcoli si ricavano sovrappressioni maggiori è necessario prevedere l'installazione di dispositivi di attenuazione (casce d'aria, volani, ecc.).

Pressione idrostatica (bar)	≤ 6	6÷10	10÷20	20÷30
Sovrappressione di colpo d'ariete (bar)	3	3÷4	4÷5	5÷6

Tab. 9 - Sovrappressioni di colpo d'ariete ammissibili.
1 bar = 0,1 MPa = 10,19 m. c.a.

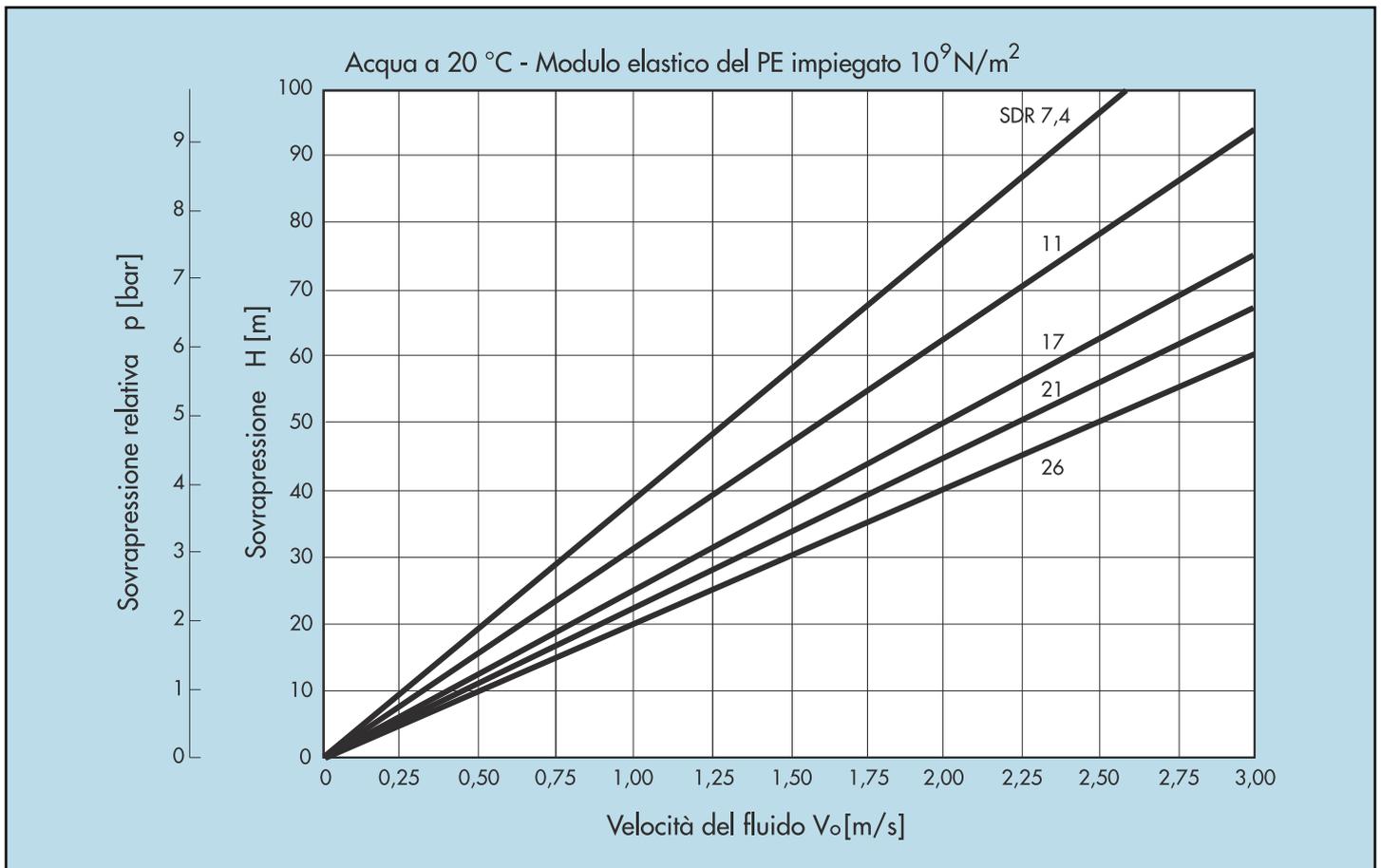


Fig. 15 - Grafico della sovrappressione causata da variazioni brusche di flusso per $T_m \leq T_{cr}$.

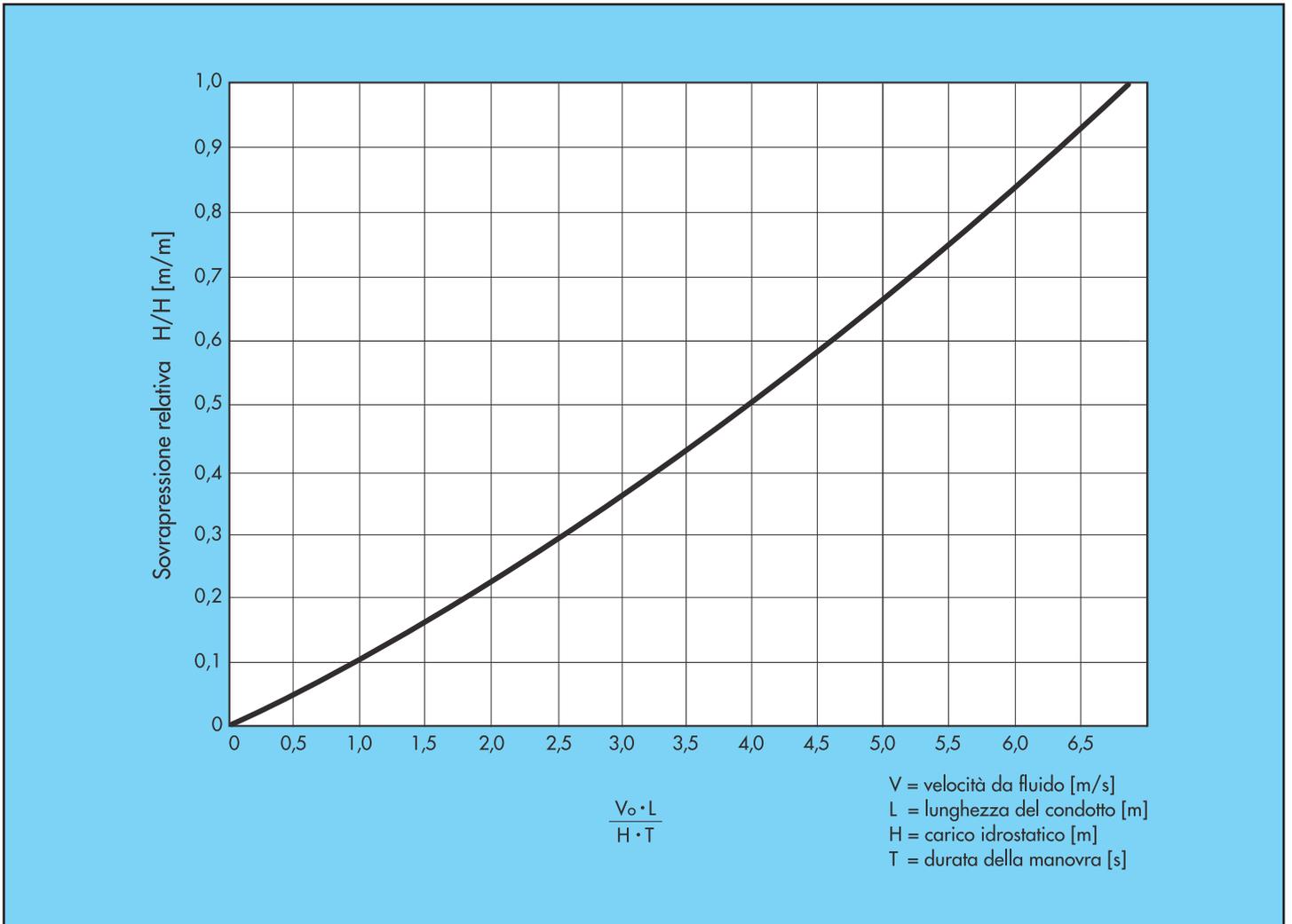
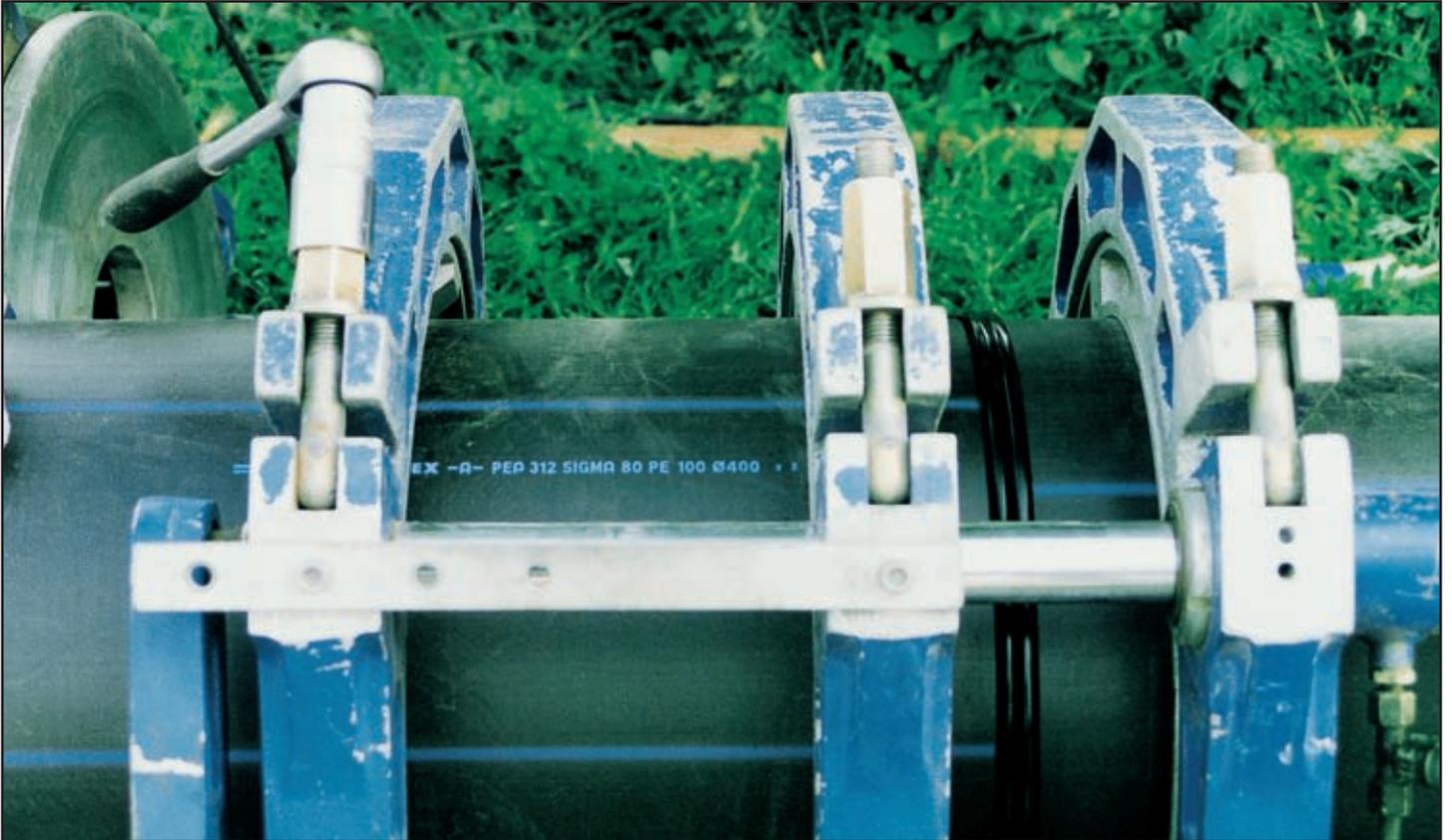


Fig. 16 - Grafico della sovrappressione relativa in funzione della durata della manovra per $T_m > T_{cr}$.



Dilatazioni termiche

Il valore del coefficiente di dilatazione del PE, (vedasi figura 17), rende necessari particolari accorgimenti per l'assorbimento delle dilatazioni.

Le variazioni di lunghezza causate da sbalzi di temperatura, in particolare per installazioni fuori terra, vengono assorbite da opportuni giunti di dilatazione e/o punti fissi e direzionali.

Le dilatazioni termiche sono calcolate ed espresse in mm con la formula seguente:

$$\Delta L_t = \alpha \cdot \Delta t \cdot L_o$$

dove:

α = coefficiente di dilatazione termica lineare per PE 0,2 mm/m · °C;

Δt = scarto termico in °C;

L_o = lunghezza del tratto di condotta considerato in mm.

Per un calcolo rapido delle dilatazioni si interpolino i valori come indicato nel diagramma di figura 18.

Dilatazioni da variazioni di pressione

Attenzione deve essere posta anche alla dilatazioni causate da variazioni di pressione:

Queste dilatazioni ΔL_p , espresse in mm, si calcolano con la formula seguente:

$$\Delta L_p = \frac{0,1 \cdot p \cdot (1 - 2 \mu)}{E \cdot \left(\frac{d_e^2}{d_i^2} - 1 \right)} \cdot L_o$$

dove:

p = pressione in esercizio (bar);

μ = modulo di Poisson per PE pari a 0,4;

L_o = lunghezza del tratto di condotta a riposo (mm);

E = modulo elastico del PE (kgf/cm²);

d_e = diametro esterno della condotta (mm);

d_i = diametro interno della condotta (mm).

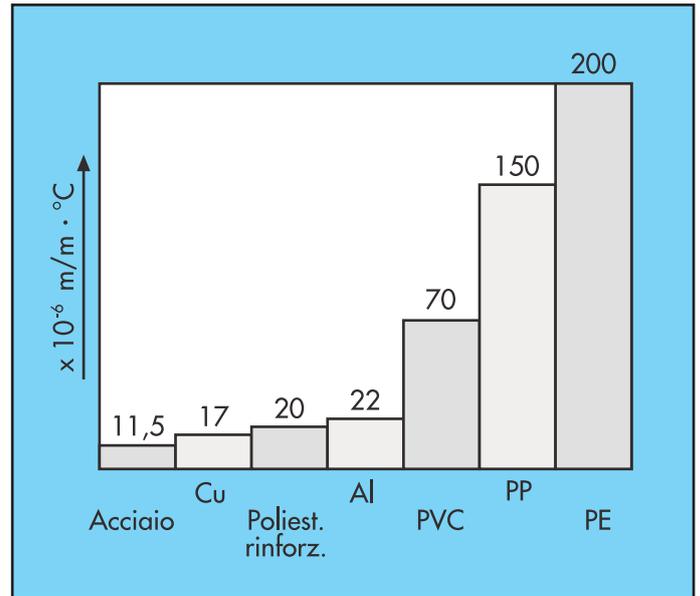


Fig. 17 - Coefficiente di dilatazione/contrazione (a) di diversi materiali.

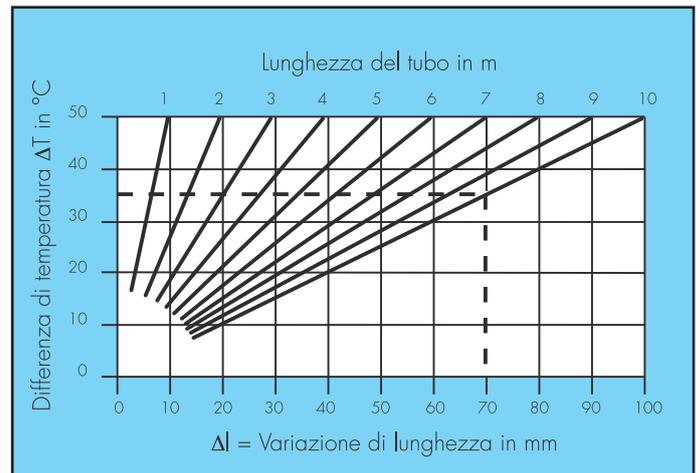


Fig. 18 - Diagramma per il calcolo rapido delle dilatazioni termiche relative alle tubazioni PEAD.

Esempio di lettura:

per un tubo lungo 10 m soggetto ad una variazione di temperatura $\Delta T = 35$ °C la variazione $Dl = 70$ mm.

Dove le dilatazioni da pressione sono rilevanti, devono essere adottati opportuni accorgimenti per la compensazione e/o l'assorbimento delle variazioni, quali bracci elastici, giunti di dilatazione (a soffietto) e ancoraggi.

Questi sistemi assumono particolare importanza nella installazione fuori terra.

Variazioni delle pressioni nominali di esercizio in funzione della temperatura

Per effetto del fenomeno di scorrimento suddetto la norma ISO/DIS4427 prevede per polietileni alta e media densità di tipo A, la regressione delle pressioni massime di esercizio ammissibili a diverse temperature del fluido trasportato (previste fino a 40 °C). Dal grafico di figura 19 possono essere interpolati i valori di pressione di esercizio ammissibile con fluido a $20\text{ °C} < T \leq 40\text{ °C}$. Ad esempio con fluido a 40 °C la pressione massima di esercizio ammissibile è $P_{max, 40\text{ °C}} = 7,4\text{ bar}$.

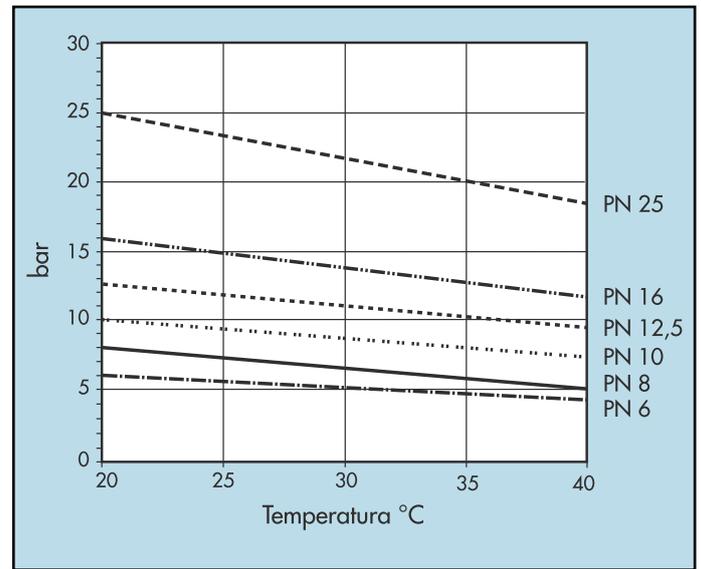


Fig. 19 - Variazione della pressione di esercizio ammissibile in funzione della temperatura del fluido.

Variazione dell'allungamento percentuale nel tempo a diversi carichi

La figura 20 mostra gli allungamenti percentuali del PEAD sottoposto a diversi carichi, in funzione del tempo, ad una temperatura media costante di 20 °C.

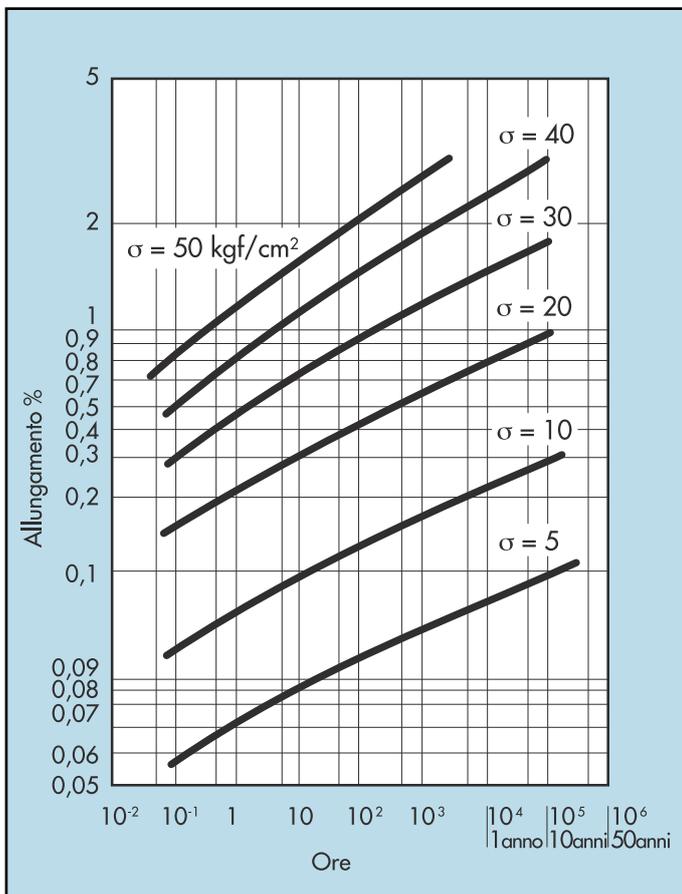


Fig. 20 - Allungamento % del PEAD $f(t;\sigma)$ per $^{\circ}T = 20\text{ °C}$.

Variazioni del modulo elastico E del PEAD in funzione di vari parametri

Allo scopo di completare una corretta conoscenza del comportamento del PE, forniamo di seguito gli abachi (figure 21, 22 e 23) delle variazioni del modulo di scorrimento a flessione.

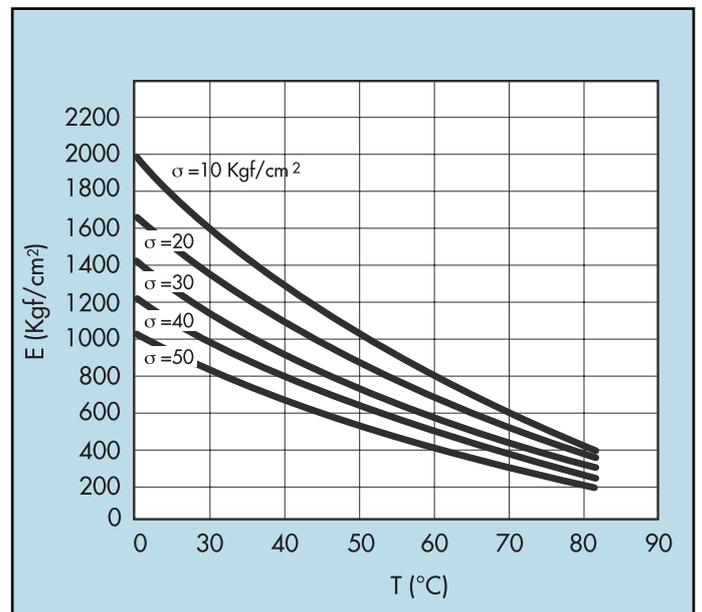


Fig. 21 - Modulo di scorrimento a flessione del PEAD $f(T;\sigma)$ per $t = 20\text{ °C}$.

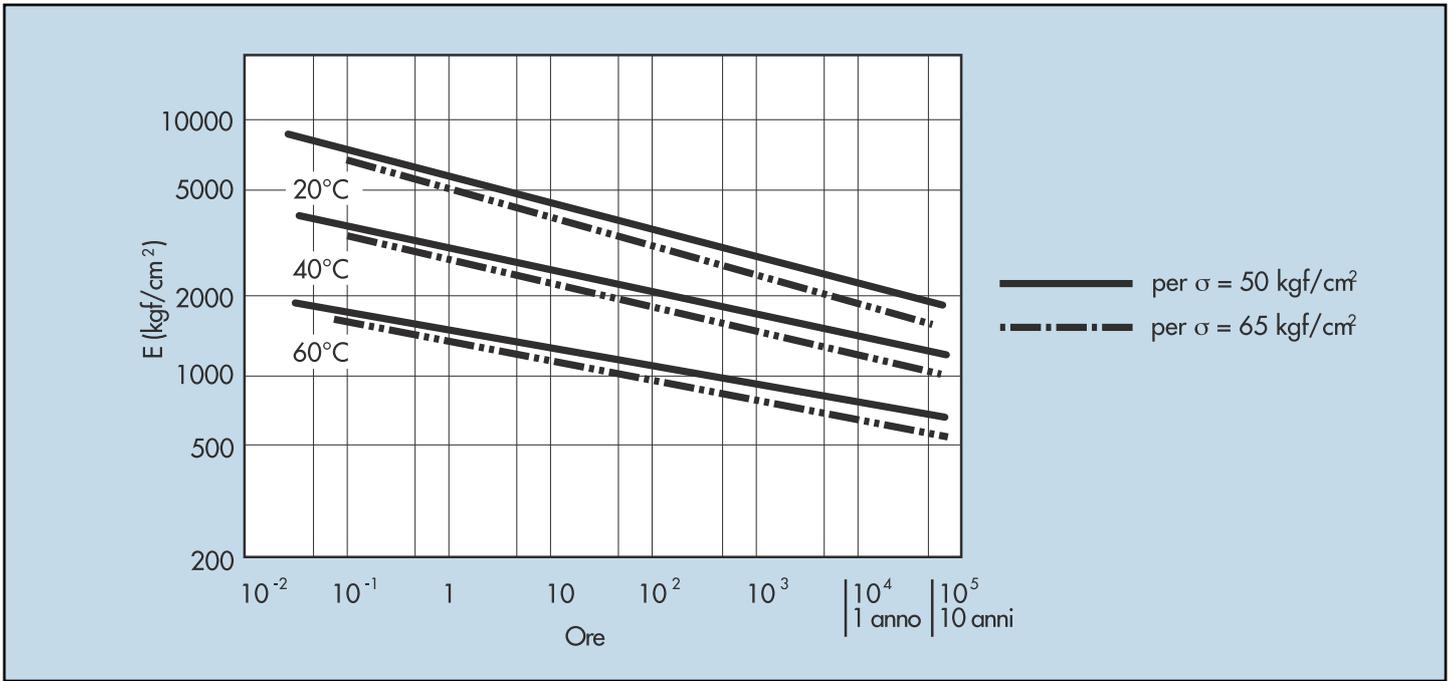


Fig. 22 - Modulo elastico a flessione del PE f(σ : °T) per σ = costante.

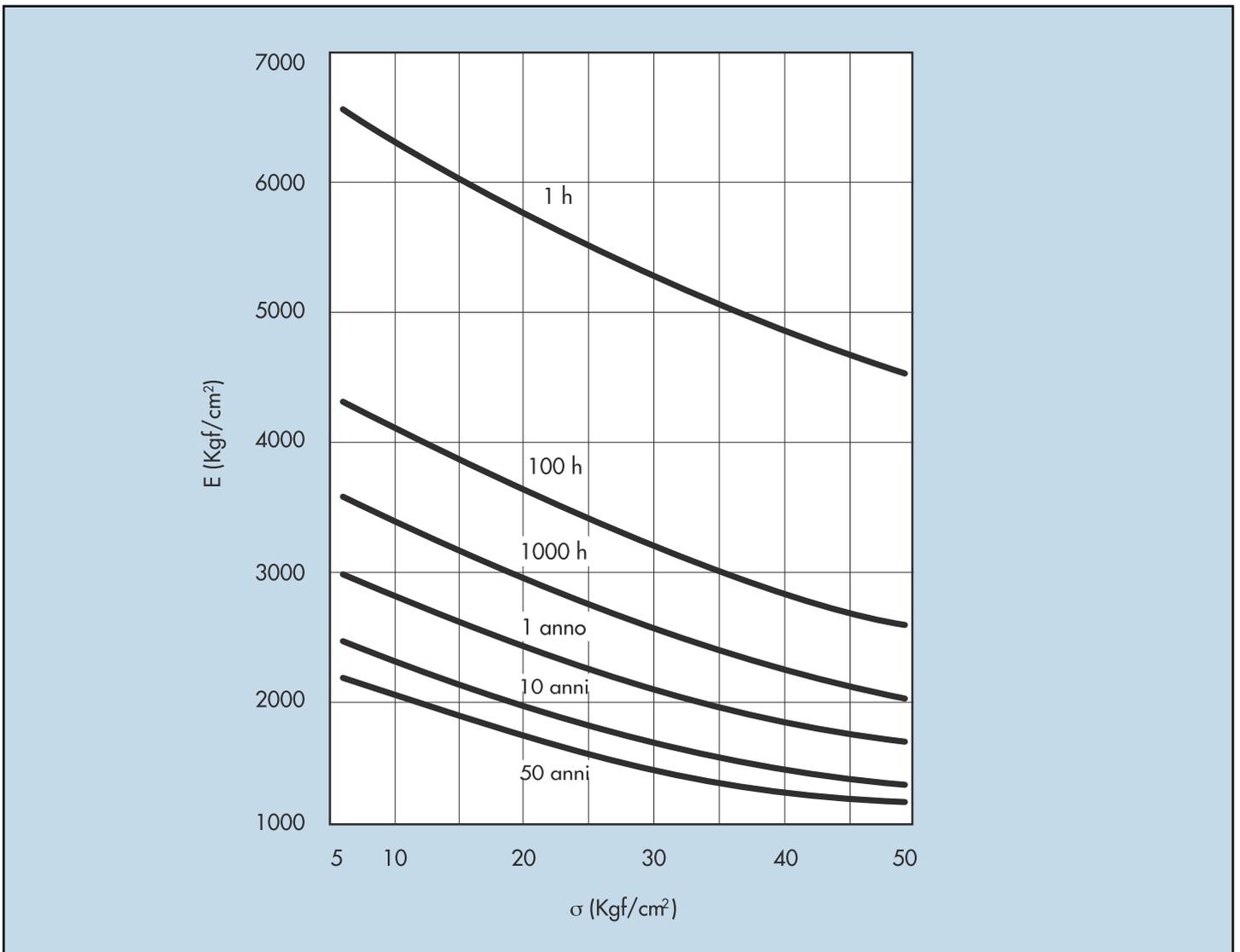


Fig. 23 - Modulo elastico a flessione del PE f(σ : t) per °T = 20 °C.

Rigidità anulare

Il calcolo della rigidità R espressa in KN/m^2 può essere fatto secondo la formula:

$$R = E \cdot \frac{I}{de^3}$$

dove:

$$I = \frac{s^3}{12} = \text{momento d'inerzia della parete del tubo [m}^3\text{];}$$

E = modulo di elasticità del PE in N/m^2 per un dato tempo (si utilizza a breve termine il valore $E \geq 800 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$ (PEAD e PE 80) e $E \geq 1000 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$ (PE 100) e a lungo termine si assume convenzionalmente che dimezzi);

de = diametro medio della tubazione [m];

s = spessore della tubazione [m].

Tubo	SDR			
	26	17	11	7,4
PE 80	4,3	16,3	66,7	254
PE 100 HP e TS	5,3	20,3	83,3	318

Tab. 10 - Rigidità di tubi di PE a breve termine (R in kN/m^2) in funzione delle caratteristiche dimensionali ($\text{SDR} = De/s$).



Verifica e dimensionamento automatici di condotte di PE in pressione

Progetto GDW

Progetto GDW è un software studiato e realizzato per agevolare il lavoro di chi progetta condotte in pressione sia per il trasporto di acqua potabile e gas sia per usi industriali e condotte di scarico fognarie.

Progetto GDW può essere facilmente scaricato sul proprio PC dal sito www.gdw.it ed essere utilizzato agevolmente dal proprio terminale.

Progetto GDW è facile ed intuitivo, ed esegue in modo rapido ed efficace:

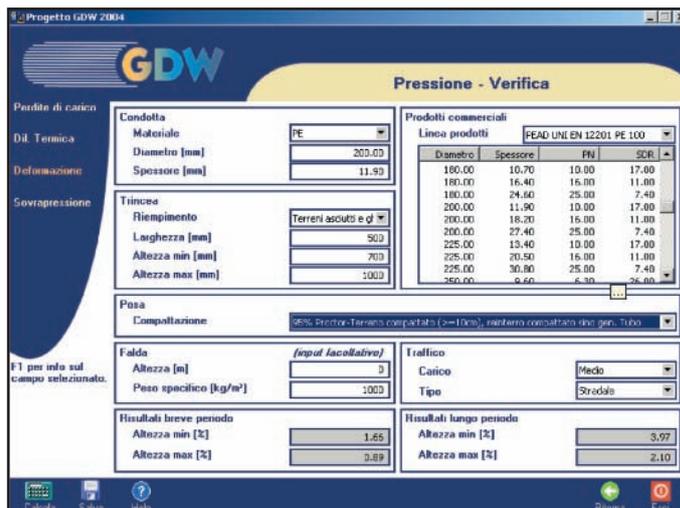
- calcoli idraulici;
- calcoli statici;
- dimensionamenti;
- verifiche:
 - dilatazioni termiche;
 - sovrappressioni (colpo d'ariete);

consentendo inoltre di scaricare i risultati ottenuti in file Excel all'occorrenza stampabili.

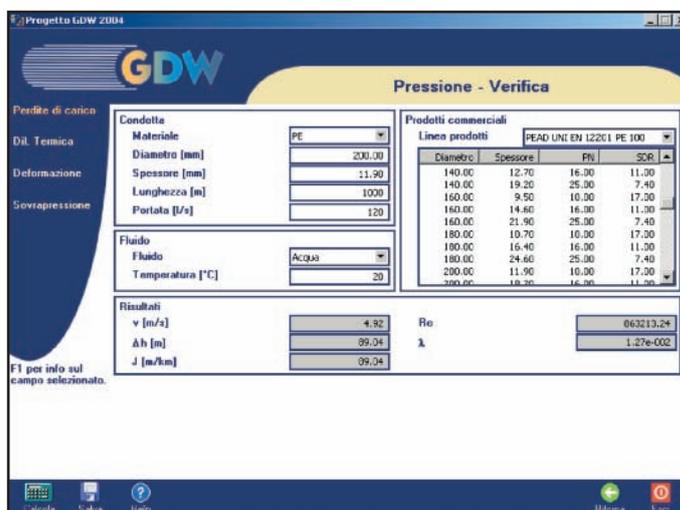
Sono scaricabili inoltre come allegati ai calcoli, i file delle rispettive relazioni tecniche.

Progetto GDW è anche una banca dati, infatti appartengono agli allegati tecnici, all'occorrenza stampabili, i file relativi alle compatibilità chimiche dei materiali

(PE o PVC) ad oltre 360 fluidi in diverse concentrazioni e temperature.



Esempio di verifica statica.



Esempio di calcolo idraulico.

CALCOLO DEFORMAZIONE (Es. studio del 26/05/2004)															
Condotta:	Materiale	Diametro (mm)	SN (mm)	Trincea:			Posa:	Falda:		Traffico:	Risultati Def. % breve periodo:		Risultati Def. % lungo periodo:		
				Riempimento	Larghezza (m)	H minima (mm)		H massima (mm)	Altezza (m)		Peso specifico (kg/m³)	Carico	Tipo	H minima (m)	H massima (m)
9	PVC Strutturato	400	4	Terroni asciutti e ghiaia	1200	5000	80%; Proctor-Materiale leggerment	0	1000	Pesante	Stradale	2,06	2,01	4,46	4,32
9	PVC Strutturato	400	8	Terroni asciutti e ghiaia	1200	5000	80%; Proctor-Materiale leggerment	0	1000	Pesante	Stradale	1,80	1,76	4,42	4,02
10	PVC Strutturato	500	4	Terroni asciutti e ghiaia	1200	5000	80%; Proctor-Materiale leggerment	0	1000	Pesante	Stradale	2,05	2,00	4,44	4,31
11	PVC Strutturato	500	8	Terroni asciutti e ghiaia	1200	5000	80%; Proctor-Materiale leggerment	0	1000	Pesante	Stradale	1,80	1,77	4,42	4,02
12	PVC Strutturato	630	4	Terroni asciutti e ghiaia	1200	5000	80%; Proctor-Materiale leggerment	0	1000	Pesante	Stradale	2,05	2,00	4,43	4,31
13	PVC Strutturato	630	8	Terroni asciutti e ghiaia	1200	5000	80%; Proctor-Materiale leggerment	0	1000	Pesante	Stradale	1,80	1,76	4,42	4,02
14	PVC Strutturato	200	4	Terroni asciutti e ghiaia	1200	1200	80%; Proctor-Materiale leggerment	0	1000	Pesante	Stradale	4,30	1,87	8,74	4,10
15	PVC Strutturato	200	8	Terroni asciutti e ghiaia	1200	1200	80%; Proctor-Materiale leggerment	0	1000	Pesante	Stradale	3,45	1,57	8,61	3,75
17	PVC Strutturato	250	4	Terroni asciutti e ghiaia	1200	1200	80%; Proctor-Materiale leggerment	0	1000	Pesante	Stradale	4,23	1,87	8,56	4,14
18	PVC Strutturato	250	8	Terroni asciutti e ghiaia	1200	1200	80%; Proctor-Materiale leggerment	0	1000	Pesante	Stradale	3,45	1,57	8,47	3,75
19	PVC Strutturato	315	4	Terroni asciutti e ghiaia	1200	1200	80%; Proctor-Materiale leggerment	0	1000	Pesante	Stradale	4,06	1,85	8,24	4,10
20	PVC Strutturato	315	8	Terroni asciutti e ghiaia	1200	1200	80%; Proctor-Materiale leggerment	0	1000	Pesante	Stradale	3,35	1,58	8,23	3,73
21	PVC Strutturato	400	4	Terroni asciutti e ghiaia	1200	1200	80%; Proctor-Materiale leggerment	0	1000	Pesante	Stradale	3,96	2,33	8,94	4,15
22	PVC Strutturato	400	8	Terroni asciutti e ghiaia	1200	1200	80%; Proctor-Materiale leggerment	0	1000	Pesante	Stradale	3,22	1,86	7,82	3,65
23	PVC Strutturato	500	8	Terroni asciutti e ghiaia	1200	1200	80%; Proctor-Materiale leggerment	0	1000	Pesante	Stradale	3,10	1,94	7,62	4,63
24	PVC Strutturato	630	4	Terroni asciutti e ghiaia	1200	1200	80%; Proctor-Materiale leggerment	0	1000	Pesante	Stradale	3,61	2,28	8,37	3,93
25	PVC Strutturato	630	8	Terroni asciutti e ghiaia	1200	1200	80%; Proctor-Materiale leggerment	0	1000	Pesante	Stradale	2,95	1,82	7,28	4,58
27	PVC Strutturato	630	8	Terroni asciutti e ghiaia	1000	1200	85%; Proctor-Terreno non compatt	0	1000	Pesante	Stradale	2,24	1,26	6,23	3,06
28	PVC Strutturato	630	4	Terroni asciutti e ghiaia	1000	1200	85%; Proctor-Terreno non compatt	0	1000	Pesante	Stradale	2,60	1,53	6,68	3,28
29	PVC Strutturato	500	8	Terroni asciutti e ghiaia	1000	1200	85%; Proctor-Terreno non compatt	0	1000	Pesante	Stradale	2,36	1,38	6,49	3,09
30	PVC Strutturato	500	4	Terroni asciutti e ghiaia	1000	1200	85%; Proctor-Terreno non compatt	0	1000	Pesante	Stradale	2,73	1,54	6,56	3,31
31	PVC Strutturato	400	8	Terroni asciutti e ghiaia	1000	1200	85%; Proctor-Terreno non compatt	0	1000	Pesante	Stradale	2,45	1,37	6,31	3,11
32	PVC Strutturato	400	4	Terroni asciutti e ghiaia	1000	1200	85%; Proctor-Terreno non compatt	0	1000	Pesante	Stradale	2,85	1,59	6,22	3,34
33	PVC Strutturato	315	8	Terroni asciutti e ghiaia	1000	1200	85%; Proctor-Terreno non compatt	0	1000	Pesante	Stradale	2,25	1,17	5,59	2,85
34	PVC Strutturato	315	4	Terroni asciutti e ghiaia	1000	1200	85%; Proctor-Terreno non compatt	0	1000	Pesante	Stradale	2,94	1,32	6,43	2,83
35	PVC Strutturato	250	8	Terroni asciutti e ghiaia	1000	1200	85%; Proctor-Terreno non compatt	0	1000	Pesante	Stradale	2,62	1,17	6,30	2,67
36	PVC Strutturato	250	4	Terroni asciutti e ghiaia	1000	1200	85%; Proctor-Terreno non compatt	0	1000	Pesante	Stradale	3,05	1,33	6,65	2,86
37	PVC Strutturato	200	8	Terroni asciutti e ghiaia	1000	1200	85%; Proctor-Terreno non compatt	0	1000	Pesante	Stradale	2,66	1,17	6,22	2,67
38	PVC Strutturato	200	4	Terroni asciutti e ghiaia	1000	1200	85%; Proctor-Terreno non compatt	0	1000	Pesante	Stradale	3,10	1,33	6,76	2,87

Stampa del calcolo idraulico.

Capitolato tecnico di acquisto di tubi di PE 100 TS (Trenchless System) BLU per applicazioni speciali nella adduzione di fluidi in pressione

Oggetto della fornitura

Fornitura di tubi in polietilene alta densità PE 100 sigma 80 blu di tipo Trenchless System, cioè con prestazioni tali da poter essere impiegati con tecniche "senza scavo" o con scavo ma senza necessità del letto in sabbia. I tubi devono essere conformi di base alla norma UNI EN 12201 e realizzati a tutta parete (unico strato) con polietilene ad elevate prestazioni a garantirne a specifica idoneità alle pose trenchless; i tubi devono inoltre essere atossici e idonei all'adduzione di acqua potabile o da potabilizzare, rispondenti quindi al DM 06/04/2004 n.ro 174, al DM 21/03/73 per i liquidi alimentari, e aventi caratteristiche organolettiche conformi al DLgs 02/02/2001 n.ro 31, verificate secondo UNI EN 1622, prodotti con materia prima al 100% vergine e conforme ai requisiti della norma UNI EN 2201.

Requisiti della materia prima

La conformità ai requisiti UNI EN 12201 parte 1 della materia prima impiegata deve essere documentata con relativa certificazione specifica:

1. MRS ≥ 10 MPa
2. OIT (Oxidation Induction Time 200 °C) ≥ 50 min
3. RCP (Rapid Crack Propagation): arresto, SDR11/0°/10,0 bar (Diam 250), 24,0 bar (Diam 500)

La specifica resistenza alla progettazione lenta della fessura SCG (Slow Crack Growth) e ai carichi concentrati correlata alla idoneità all'uso dei tubi con pose senza letto in sabbia, deve essere documentata con gli specifici report di prova del produttore della materia prima:

1. NPT (Notch Pipe Test) > 5000 h/80 °C/9,2 bar, SDR11, Diam 110 o 125 (Notch Test secondo EN ISO 13479)
2. FNC Test (Full Notch Creep Test) > 3300 h/tensioattivo 2%/80 °C/4 N/mm²
3. Resistenza specifica alla pressione interna > 8760 h, $\sigma = 4$ MPa, 80 °C, in bagno di soluzione di tensioattivo (Arkopal) al 2% in presenza di carico concentrato sul tubo.

Requisiti dei tubi

I tubi devono essere conformi di base ai requisiti di UNI EN 12201 parte 2. Le estremità devono essere lisce, i tubi forniti in barre o rotoli in rapporto al diametro. Il produttore di tubi deve documentare con gli specifici report di prova di laboratori accreditati EN ISO/IEC 17025, la resistenza su propri campioni di tubi alla propagazione lenta della fessura correlata alla idoneità all'uso dei tubi con pose senza letto in sabbia:

- NPT (Notch Pipe Test per la resistenza al fenomeno di Slow Crack Growth) > 5000 h/80 °C/9,2 bar, SDR11 Diam 110 o 125 (Notch Test secondo EN ISO 13479)
- FNTC (Full Notch Creep Test) > 3300 h/tensioattivo 2%/80 °C/4 N/mm² (EN 12814-3)
- ACT (Accelerated Creep Test) > 750 h (valore atteso PAS1075 > 160 ore) corrispondente ad un tempo di "thermal ageing" > 8760 ore = 1 anno.

Il colore dei tubi deve essere blu. Le superfici interna ed esterna dei tubi dovranno essere lisce ed esenti da imperfezioni e difettosità.

La marcatura minima sui tubi deve essere conforme alla norma UNI EN 12201-2 e riportare quindi indelebilmente almeno:

- nome del fabbricante e numero della norma UNI EN 1220
- TS (Trenchless System)
- Diam. X sp, SDR e PN
- identificazione materiale
- data in produzione
- n.ro trafilatura
- n.ro lotto
- marchi di qualità

Capitolato tecnico di acquisto di tubi di PE 100 HP (High Performance) sigma 80 per adduzione di fluidi in pressione conformi a UNI EN 12201 e UNI EN ISO 15494

Oggetto della fornitura

Tubi HP High Performance, in polietilene alta densità PE 100 sigma 80, conformi alla norma UNI EN 12201, rispondenti al DM 06/04/2004 n.ro 174 (idoneità per trasporto di acqua potabile o da potabilizzare) e al DM 21/03/73 (idoneità per trasporto di liquidi alimentari) e conformi alla norma UNI EN ISO 15494 per le applicazioni industriali. I tubi hanno caratteristiche organolettiche rispondenti al DLgs 02/02/2001 n.ro 31, 100% vergine e conforme ai requisiti base di UNI EN 12201 parte 1. I tubi sono di colore nero con bande coestruse di colore blu, con estremità lisce, e forniti in barre o rotoli in rapporto al diametro.

Requisiti della materia prima

La materia prima impiegata deve rispondere ai requisiti minimi della norma di riferimento ed avere caratteristiche superiori ai minimi previsti in particolare, devono essere documentati:

1. MRS ≥ 10 MPa (curva di regressione)
2. OIT (Oxidation Induction Time) ≥ 50 min/200°
3. RCP (Rapid Crack Propagation): arresto, SDR11/0°/10,0 bar (Diam 250), 24,0 bar (Diam 500)
4. SCG (Slow Crack Growth) > 500 h/80 °C/9,2 bar, SDR11 (Diam 110 o 125)

Requisiti dei tubi

I tubi devono essere di base conformi alla norma di riferimento ed avere caratteristiche superiori documentate da specifici report di laboratorio, in particolare:

- SCG (Slow Crack Growth) > 500 h/80 °C/ $\sigma = 4,6$ MPa (Diam ≤ 250 mm)
- SCG (metodo del cono ISO 13480) velocità di crescita < 10 mm/giorno (sp. ≤ 5 mm)
- OIT (Oxidation Induction Time) ≥ 50 min/200°
- Allungamento a rottura (ISO 6259) $> 500\%$
- MFR (indice di fluidità) variazione dopo la estrusione $< 10\%$

Le superfici interna ed esterna dei tubi devono essere lisce ed esenti da imperfezioni e/o difettosità di sorta. La marcatura minima sui tubi deve essere conforme alla norma UNI EN 12201-2 e riportare quindi indelebilmente almeno:

- numero della norma di riferimento UNI EN 12201 e UNI EN ISO 15494
- norme del fabbricante
- Diam. X sp.
- SDR e PN
- cod. identificazione materiale
- data di produzione
- n.ro trafilato
- n.ro lotto
- marchi di qualità

Capitolato di acquisto di tubi di PE 80 sigma 63 per adduzione acqua in pressione secondo UNI EN 12201 e UNI EN ISO 15494

Oggetto della fornitura

Fornitura di tubazioni in polietilene alta densità PE/A denominato PE80 sigma 63, atossiche e idonee all'adduzione di acqua potabile o da potabilizzare conformi alla norma UNI EN 12201, rispondenti al DM 6.4.04 n° 174, al DM 21.3.73 per i liquidi alimentari, e aventi caratteristiche organolettiche rispondenti al DLgs 2.2.01 n° 31, verificate secondo UNI EN 1622; realizzate per estrusione con materia prima al 100% vergine e conforme ai requisiti di UNI EN 12201 parte 1.

Le tubazioni sono inoltre, per le applicazioni industriali, rispondenti a UNI EN ISO 15494. Il produttore di tubi deve dimostrare di essere iscritto e di aver versato il contributo al consorzio obbligatorio POLIECO (legge Ronchi DLgs 22/97 art. 48) per l'anno in corso.

Requisiti della materia prima

La conformità ai requisiti UNI EN 12201 parte 1 della materia prima impiegata nella estrusione dei tubi forniti, deve essere documentata dai produttori di materia prima e copie dei relativi report, quando richiesto, devono essere forniti. In particolare la documentazione deve riportare i valori:

- MRS \geq 8 Mpa,
- OIT (Oxidation Induction Time) \geq 20 min;
- RCP (Rapid Crack Propagation): arresto, SDR11 / 0° / 8,0 bar (\varnothing 250), 20,0 bar (\varnothing 500);
- SCG (Slow Crack Growth) $>$ 165h / 80° / 8,0 bar, SDR11 (\varnothing 110 o 125).

Requisiti dei tubi

I tubi devono essere conformi a UNI EN 12201-2 e idonei al convogliamento di fluidi in pressione, acquedotti, impianti d'irrigazione e trasporto di fluidi alimentari.

I tubi sono con estremità lisce, forniti in barre o rotoli in rapporto al diametro.

Il colore deve essere nero con bande di colore blu coestruse.

Le superfici interne ed esterne dei tubi dovranno essere lisce ed esenti da imperfezioni e/o difettosità di sorta.

La marcatura minima sui tubi deve essere conforme alla norma UNI EN 12201 e riportare quindi indelebilmente almeno:

- numero della norma UNI EN 12201;
- nome del fabbricante;
- diametro e spessore;
- SDR e PN;
- identificazione materiale;
- data di produzione;
- numero trafilata;
- numero lotto;
- marchi di qualità.

Voci di capitolato

Le voci di capitolato complete in formato Word possono essere scaricate dal sito www.gdw.it o, a richiesta, personalizzate, contattandoci a: **info@dalmineresine.it**



Word è un software di proprietà Microsoft.

Raccomandazioni per la movimentazione e lo stoccaggio nei magazzini

I tubi di PE possono essere spediti e consegnati in bancali di legno e/o fasci, per le barre, o in rotoli per diametri inferiori ai 110 mm.

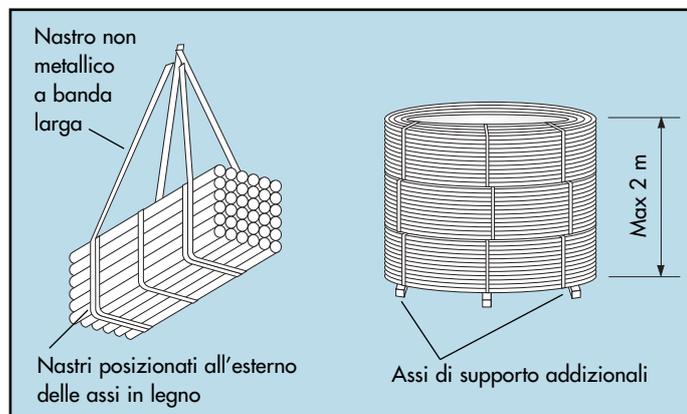


Fig. 24 - Movimentazione e stoccaggio.

Le singole dimensioni e tipologie degli imballi possono essere richieste ai nostri uffici spedizione.

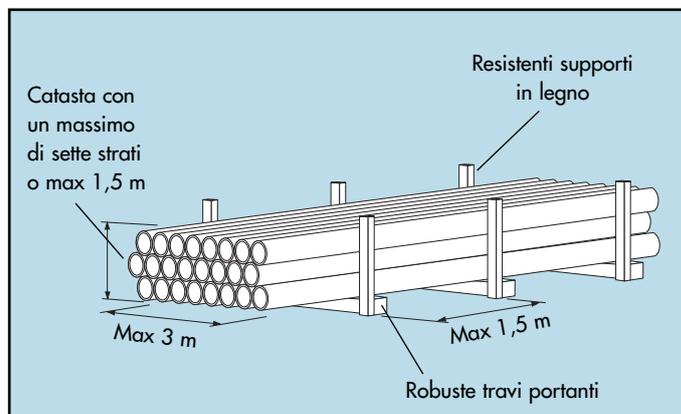


Fig. 25 - Accatastamento in magazzino.

Raccomandazioni per la movimentazione e lo stoccaggio in cantiere

Scarico e movimentazione

Per lo scarico dei mezzi di trasporto, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza adeguata.

Se queste operazioni vengono effettuate manualmente, è necessario evitare di far strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o comunque su mezzi duri e aguzzi.

Si raccomanda di non trascinare i tubi sul terreno.

La movimentazione di tubi di PE per condotte in pressione deve avvenire avendo cura di non rimuovere i tappi di protezione delle testate.

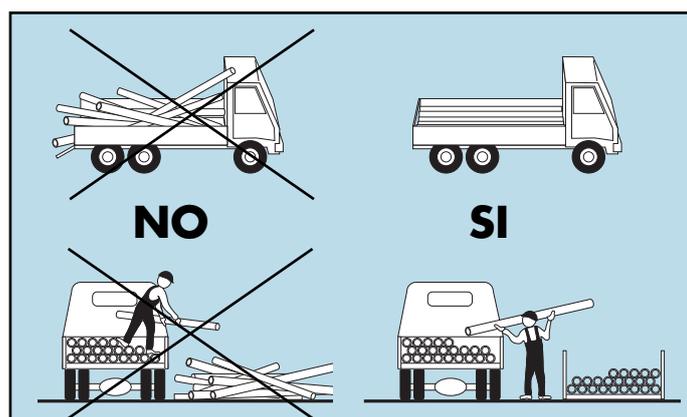


Fig. 26 - Trasporto e scarico.

Accatastamento

Il piano di appoggio dovrà essere livellato ed esente da asperità e soprattutto da pietre appuntite.

L'altezza di accatastamento per i tubi in barre non deve essere superiore a 1,5 metri qualunque sia il diametro e lo spessore.

I tubi in rotoli vanno appoggiati orizzontalmente e l'altezza di accatastamento non deve superare 2 metri.

Nel caso i tubi di grossi diametri (oltre 500 mm) si consiglia di armare internamente le estremità dei tubi onde evitare eccessive ovalizzazioni.

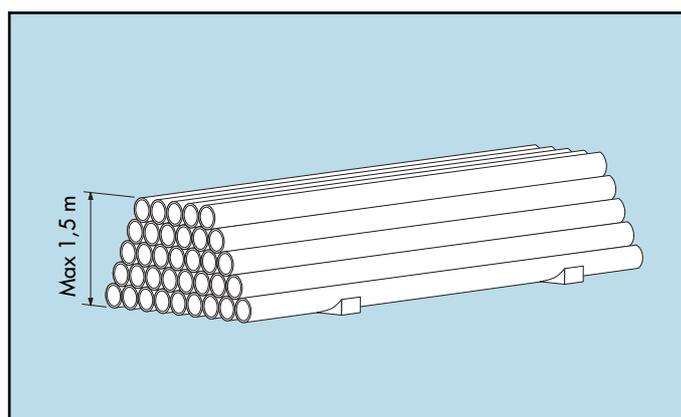


Fig. 27 - Accatastamento dei tubi in cantiere.

Raccomandazioni per la corretta posa in cantiere

Una posa corretta e l'uso di prodotti idonei e di accertata qualità garantiscono sicurezza e durata nel tempo dell'opera.

Le normative di riferimento oggi disponibili offrono ampie guide all'installazione di condotte in resina:

UNI 11149 Posa in opera e collaudo di sistemi di tubazioni di polietilene per il trasporto di liquidi in pressione;

ENV 1046 Condotte in resina

Sistemi per il convogliamento di acqua o per lo scarico all'esterno dei fabbricati.

Pratiche per l'installazione interrata o aerea.

Prescrizioni per la posa

- Rinfianco effettuato manualmente fino a metà del diametro del tubo e compattato camminando con i piedi (fig. 28);
- riempimento fino alla generatrice superiore del tubo, effettuato manualmente e di nuovo compattato con i piedi (fig. 29);
- può essere aggiunto uno strato di 150 mm compattato a macchina, purché non direttamente sulla generatrice superiore del tubo (fig. 30);
- il rinfianco ed il reinterro fino a 150 mm sopra la generatrice superiore del tubo, possono essere effettuati in un'unica soluzione quando viene usato materiale come sabbia o terra sciolta e vagliata (fig. 31);
- il materiale di risulta per il restante reinterro può essere utilizzato compattato in strati di spessore non maggiore di 250 mm, purché non compattati direttamente sopra il tubo fino al raggiungimento di 300 mm di altezza dalla generatrice superiore del tubo (fig. 32);
- il rimanente reinterro può essere completato e compattato in strati a seconda dei requisiti di finitura della superficie (fig. 33).

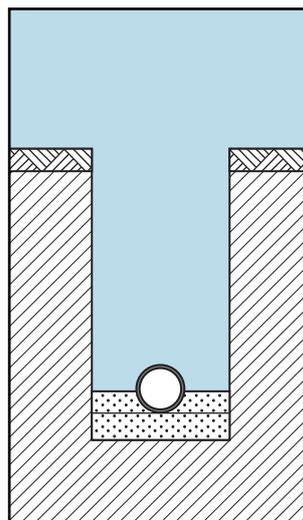


Fig. 28 - Strato di riempimento ben compattato a mano.

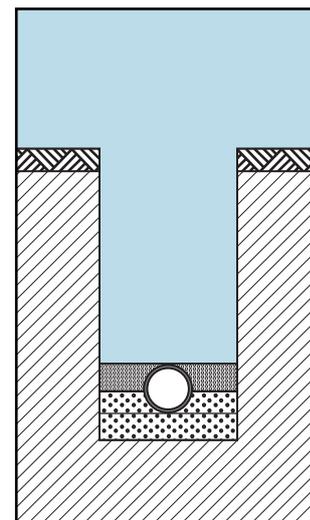


Fig. 29 - Strato di riempimento con materiale uguale o leggermente più costipabile

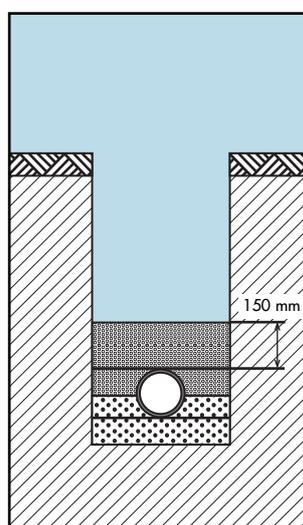


Fig. 30 - Riempimento a minima altezza necessaria per la costipazione meccanica

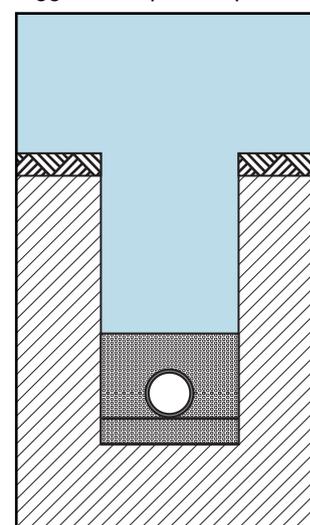


Fig. 31 - In presenza di reinterri granulari fini è possibile riempire immediatamente la zona fino a 200 mm oltre l'estradosso del tubo.

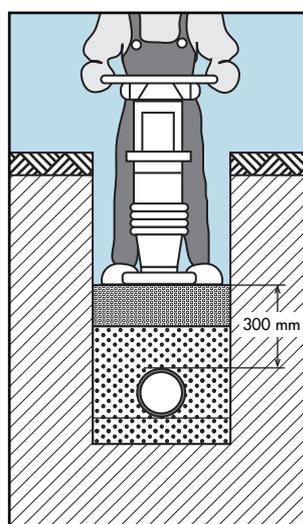


Fig. 32 - Riempimento con materiale in strati di 200 mm.

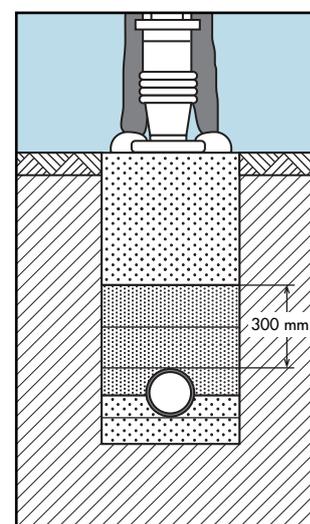


Fig. 33 - Riempimento totale con materiale di risulta (nativo) in strati di 200 mm.

Compattazione

La compactazione viene eseguita generalmente con mezzi meccanici azionati a mano.

Il grado di compactazione dipende dall'energia meccanica applicata, dal grado di umidità del materiale da compactare, dalla sua natura (vedi tabella 11 - Classificazione dei terreni).

La misura del grado di compactazione viene fatta convenzionalmente come percentuale del grado di compactazione ottenuto in laboratorio sullo stesso materiale con una assegnata energia meccanica.

Questo grado è chiamato grado Proctor, dal nome della prova, e viene determinato secondo la DIN 18127.

Nella figura 34 vengono riportati, in via approssimativa, i gradi di compactazione in relazione ai cicli di lavorazione e alla natura geologica del materiale.

È da sottolineare come alcuni materiali come il ghiaietto di frantoio con pezzatura assortita (0,5÷1,5 cm) raggiunga naturalmente senza nessun intervento valori di compactazione leggera (85%÷90% di Proctor).

Allo scopo di facilitare l'interpretazione delle varie descrizioni utilizzate per i gradi di compactazione, forniamo di seguito una sintesi della terminologia utilizzata nelle compactazioni del terreno.

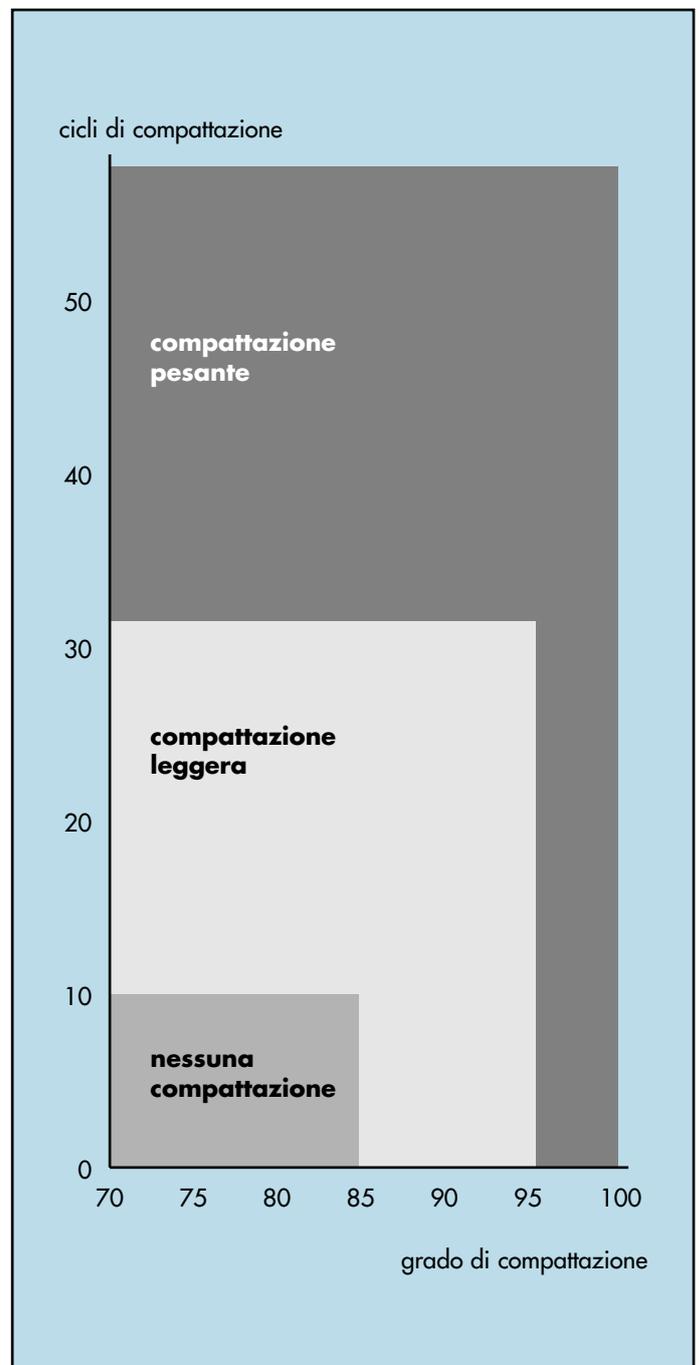


Fig. 34 - Cicli di compactazione/Grado di compactazione (Proctor). Diagramma riferito a materiale arido non plastico a spigoli vivi e granulometricamente assortito.

Descrizione	Grado di consolidamento/compactazione			
	≤ 80	da 81 a 90	da 91 a 94	da 95 a 100
Proctor standard ¹⁾	≤ 80	da 81 a 90	da 91 a 94	da 95 a 100
Conto dei colpi	da 0 a 10	da 11 a 30	da 31 a 50	> 50
Valore atteso del grado di consolidamento raggiunto dalla classe di compactazione	NO (N)			
		MODERATO (M)		
		BUONO (W)		
Terreno granulare	sciolto	mediamente denso	denso	molo denso
Terreno coesivo e organico	morbido	fermo	rigido	duro

¹⁾ Determinato secondo la DIN 18127.

Classificazione dei terreni

Con riferimento alla norma ENV 1046, riportiamo la classificazione in gruppi per tre tipi di terreno cioè granulare, coesivo, e organico.

Ciascun gruppo si divide in sottogruppi basati sulla dimensione delle particelle e della

granulometria per i terreni granulari e sul livello di plasticità per il materiale coesivo.

La tabella 12 mostra il criterio di valutazione dell'idoneità all'uso come materiale di rinterro.

Tipo di terreno	Gruppo di terreno					Da usarsi come terreno da rinterro	
	#	Nome tipico	Simbolo	Tratti caratteristici	Esempi		
Granulare	1	Ghiaia a singola pezzatura	(GE) [GU]	Linea di granulazione stretta, predominanza di una zona a singola pezzatura	Roccia frantumata, ghiaia di fiume o di costa, ghiaia morenica, ceneri vulcaniche	SI	
		Ghiaia ben vagliata, miscela di ghiaia e sabbia	[GW]	Linea di granulazione continua, pezzatura a più zone			
		Miscela di ghiaia e sabbia poco vagliata	(GI) [GP]	Linea di granulazione a scalini, una o più zone di pezzatura assenti			
	2	Sabbia mono dispersa	(SE) [SU]	Linea di granulazione stretta, predominanza di una zona a singola pezzatura	Sabbia da dune e depositi alluvionali, sabbia di vallata, sabbia di bacino	SI	
		Ghiaia ben vagliata, miscela di ghiaia e sabbia	[SW]	Linea di granulazione continua, pezzatura a più zone	Sabbia morenica, sabbia da terrapieni, sabbia da spiaggia		
		Miscela di ghiaia e sabbia poco vagliata	(SI) [SP]	Linea di granulazione a scalini, una o più zone di pezzatura assenti			
	3	Ghiaia con limo, miscela poco vagliata di limo, ghiaia e sabbia	(GM) [GU]	Linea di granulazione larga/intermittente con limo finemente granulato	Ghiaia degradata, detriti da riporto, ghiaia con argilla	SI	
		Ghiaia con argilla, miscela poco vagliata di ghiaia, limo e sabbia	(GC) [GT]	Linea di granulazione larga/intermittente con argilla finemente granulata			
		Sabbia con limo, miscele poco vagliate di sabbia e limo	(SM) [SU]	Linea di granulazione larga/intermittente con argilla finemente granulata	Sabbia liquida, terriccio, sabbia di loess		
		Sabbia con argilla, miscele poco vagliate di sabbia e limo	(SC) [ST]	Linea di granulazione larga/intermittente con argilla finemente granulata	Sabbia con terriccio, argilla alluvionale, marna alluvionale		
	Coesivo	4	Limo inorganico, sabbia molto fine, farina di roccia, sabbia fine con limo o argilla	(ML) [UL]	Poca stabilità, reazione rapida, da poco a niente plasticità	Loess, terriccio	SI
			Argilla inorganica, argilla particolarmente plastica	(CL) [TA] [TL] [TM]	Da media a molto alta stabilità, da bassa a nulla reazione, da bassa a media plasticità	Marna alluvionale, argilla	
Organico	5	Terreno granulato misto con mistura di humus e calcare	[OK]	Miscelanza di vegetali e non vegetali, odore di putrefatto, basso peso, molta porosità	Strato superficiale, sabbia calcarea, sabbia da tufo	NO	
		Limo organico e limo organico argilloso	(OL) [OU]	Stabilità media, reazione da lenta a molto veloce, plasticità da bassa a media	Calcare marino, terreno superficiale		
		Argilla organica, argilla con mescolanze organiche	(OH) [OT]	Alta stabilità, senza reazione, plasticità da media ad alta	Fango, terriccio		
	6	Torba, altri terreni altamente organici	(PH) [HN] [HZ]	Torba decomposta, fibre, colore da marrone a nero	Torba	NO	
		Fanghi	[F]	Fanghiglie depositate sotto acqua spesso con dispersione di sabbia/argilla/calcare, molto leggere	Fanghi		

Tab. 12 - Classificazione dei terreni. - I simboli usati provengono da due fonti. Quelli tra parentesi quadre [...] dalla norma inglese BS 5930. Quelli tra parentesi tonde (...) dalla norma tedesca DIN 18196.

Collaudo idraulico di condotte posate

Procedimento di prova

Il procedimento di seguito proposto di basa su quello standardizzato della norma UNI 11149 "Posa in opera e collaudo di sistemi di tubulazioni di polietilene per il trasporto di liquidi e pressione" e viene eseguito su tratti di condotta non più lunghi di 800 m, con ricoprimento parziale che lasci scoperti solo i giunti per la prevista ispezione visiva durante il collaudo.

Preparazione

Si effettua un lento riempimento con acqua a velocità inferiore a 1 m/s evitando di generare colpi d'ariete. A riempimento avvenuto si effettua lo sfianto e si lascia stabilizzare la condotta in queste condizioni per non meno di 3 ore.

Prova

Si incrementa la pressione nella condotta fino a raggiungere la pressione di collaudo SPT. Raggiunta la pressione di prova la si mantiene per 30 minuti a mezzo di rabbocchi d'acqua necessari per compensare l'aumento di volume dovuto alla deformazione della condotta sotto sforzo. In questa fase devono essere ispezionati i giunti per individuare eventuali perdite. La pressione va ora decrementata rapidamente

fino a 300 kPa (3 bar) spillando acqua velocemente. Al raggiungimento di 300 kPa il sistema viene chiuso e si dà inizio alla registrazione dei dati. Si rilevano e registrano i valori di pressioni nei 90 minuti seguenti con la cadenza:

- Tra 0 e 10 minuti: una lettura ogni 2 minuti (5 letture)
- Tra 10 e 30 minuti: una lettura ogni 5 minuti (4 letture)
- Tra 30 e 90 minuti: una lettura ogni 10 minuti (6 letture)

I valori riportati su un diagramma P/t dovranno indicare nell'ultimo tratto (vedi figura 35) un andamento crescente che dipende dalla contrazione indotta sulla tubazione dal veloce scarico d'acqua. In questo caso l'esito del collaudo è considerato positivo. Un andamento decrescente indica la presenza di perdite nel sistema. In questo caso l'esito del collaudo è considerato negativo e si procede al controllo dei giunti meccanici e di quelli saldati per individuare le perdite, eliminate le quali il collaudo deve essere ripetuto.

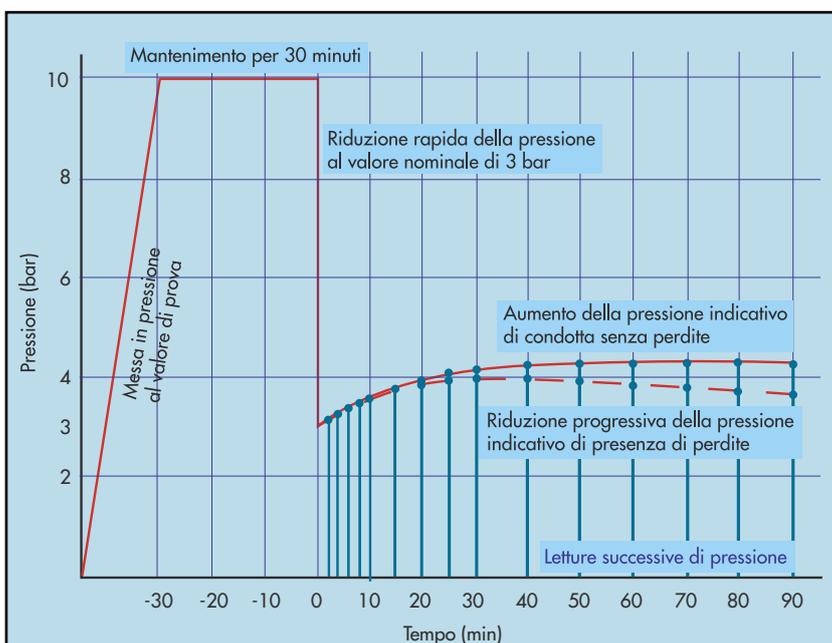
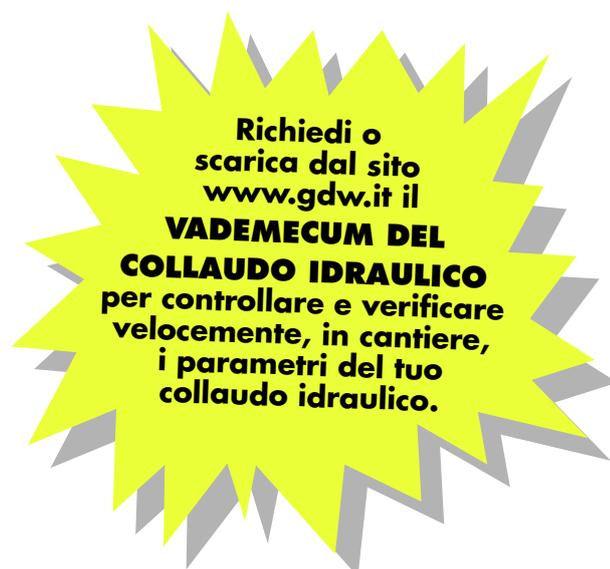


Fig. 35 - Diagramma P/t del collaudo idraulico di condotte posate.



Formule utili e terminologia

Formule base di calcolo

Determinazione della serie S

$$S = \frac{d_e - e}{2e}$$

Determinazione dello spessore e

$$e = \frac{PN \cdot d_e}{20\sigma + PN}$$

Determinazione dello Standard Dimension Ratio SDR

$$SDR = \frac{d_e}{e} = 2S + 1$$

Determinazione della pressione nominale PN

$$PN = \frac{20\sigma \cdot e}{d_e - e} = \frac{10\sigma}{S}$$

Determinazione della pressione critica di deformazione Pk

$$Pk = \frac{10E}{4(1 - \mu^2)} \cdot \left(\frac{e}{r_m}\right)^3$$

Determinazione del sigma critico σ_k

$$\sigma_k = Pk \cdot \frac{r_m}{e}$$

Determinazione del momento d'inerzia I

$$I = \frac{e^3}{12}$$

Determinazione della rigidità anulare SN

$$SN = \frac{E \cdot I}{(2 r_m)^3 \cdot 1000}$$

Determinazione della variazione termica lineare ΔL

$$\Delta L = \text{coeff} \cdot L \cdot \Delta T_{C^\circ}$$

Terminologia

e	spessore	mm
PN	pressione nominale	bar
d _e	diametro esterno	mm
σ	sforzo circonferenziale	N/mm ²
S	serie	
SDR	Standard Dimension Ratio	
L	lunghezza barra	mm
L _m	lunghezza tratto condotta	m
P _k	pressione critica di deform.	bar
E	modulo di elasticità	N/mm ²
μ	modulo di Poisson	0,4
r _m	raggio medio	mm
σ_k	sigma critico	N/mm ²
d _i	diametro interno	mm
SN	rigidità anulare	KN/m ²
I	momento d'inerzia	mm ³
ΔL	variazione termica lineare	mm
ΔT	variazione termica	°C o °K
ΔP	variazione di pressione	bar

Riferimenti normativi

UNI EN 12201

Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione d'acqua - Polietilene (PE).

UNI EN ISO 15494

Sistemi di tubazioni in plastica per applicazioni industriali - Polietilene (PB), Polietilene (PE) e Polipropilene (PP).

Specifiche i componenti e il sistema.

Serie metriche.

UNI 11149

Posa in opera e collaudo di sistemi di tubazioni di polietilene per il trasporto di liquidi in pressione.

UNI EN 1555

Sistemi di tubazioni di PE per gas.

UNI EN 12666

Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognatura e scarichi interrati non in pressione - polietilene (PE).

UNI EN 805

Approvvigionamento di acqua.

Requisiti per sistemi e componenti all'esterno degli edifici.

UNI EN 1610

Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura.

ENV 1046

Sistemi di tubazione di materia plastica.

Sistemi di adduzione d'acqua e scarichi fognari all'esterno dei fabbricati.

Raccomandazioni per l'installazione interrata e fuori terra.

UNI EN ISO 9969

Determinazione della rigidità anulare nei tubi di materiale termoplastico.

UNI EN ISO 9967

Tubi di materiale termoplastico.

Determinazione del rapporto di scorrimento plastico ("creep").

UNI EN 1446

Sistemi di tubazioni e condotte di materie plastiche.

Tubi di materiali termoplastici.

Determinazione della flessibilità anulare.

DIN 18127

Terreni, indagini e prove - Test di Proctor.

UNI EN 1622

Analisi dell'acqua.

Determinazione della soglia di odore (TON) e della soglia di sapore (TFN).

Comportamento delle tubazioni di PE agli agenti chimici

Di seguito si riporta una tabella concernente la resistenza chimica del Polietilene, basata su esperienze pratiche e conforme a quanto riportato sul documento ISO/TC138/WG3 114 E e 113 E.

I simboli e le abbreviazioni adottate sono le seguenti:

R = resistenza sufficiente;

RL = resistenza limitata;

N = resistenza non sufficiente.

Reattivi	Concentrazione	Temperature			
		20 °C		60 °C	
		PEBD	PEAD	PEBD	PEAD
Acetaldeide	100%	RL	R	N	RL
Acetico acido	10%	R	R	R	R
Acetico acido	60%	R	-	RL	-
Acetico acido	glaciale	RL	R	N	RL
Acetica anidride	100%	RL	R	N	RL
Aceto	-	R	R	R	R
Acetone	100%	RL	RL	N	RL
Adipico acido	sol-sat	R	R	R	R
Allil alcool	100% (96%)	RL	R	N	R
Alluminio cloruro	sol-sat	R	R	R	R
Alluminio fluoruro	sol-sat	R	R	R	R
Alluminio idrossido	sol	R	R	R	R
Alluminio solfato	sol	R	R	R	R
Amido	-	R	R	R	R
Ammoniaca anidra gas	100%	R	R	R	R
Ammoniaca liquida	100%	RL	R	RL	R
Ammoniaca	sol-sat	R	R	R	R
Ammonio cloruro	sol-sat (sol)	R	R	R	R
Ammonio fluoruro	sol	R	R	-	R
Ammonio nitrato	sol-sat	R	R	R	R
Ammonio solfato	sol-sat	R	R	R	R
Ammonio solfuro	sol (sol-sat)	R	R	R	R
Amil alcool	100%	RL	R	RL	RL
Amil acetato	100%	N	R	N	RL
Amil cloruro	100%	N	-	N	-
Anilina	100%	N	R	N	RL
Antimonio cloruro (tri)	sol-sat (90%)	R	R	R	R
Acqua regia	HCl/HNO ₃ =3:1N	N	N	N	
Argento acetato	sol-sat	R	R	R	R
Argento cianuro	sol-sat	R	R	R	R
Argento nitrato	sol-sat	R	R	R	R
Arsenico acido	sol-sat	R	R	R	R
Bario carbonato	sol-sat	R	R	R	R
Bario cloruro	sol-sat	R	R	R	R
Bario idrossido	sol-sat	R	R	R	R
Bario solfato	sol-sat	R	R	R	R
Bario solfuro	sol-sat (sol)	R	R	R	R
Benzaldeide	100%	RL	R	N	RL

Reattivi	Concentrazione	Temperature			
		20 °C		60 °C	
		PEBD	PEAD	PEBD	PEAD
Benzene	100%	N	RL	N	RL
Benzina-petrolio	–	RL	R	N	RL
Benzoico acido	sol-sat	R	R	R	R
Borace	sol (sol-sat)	R	R	R	R
Borico acido	sol-sat	R	R	R	R
Bromidrico acido	fino al 100%	R	R	R	R
Bromo gas anidro	100%	N	N	N	N
Bromo liquido	100%	N	N	N	N
Butano	100%	-	R	-	R
Butanolo	100%	R	R	RL	R
Butirrico acido	conc.(100%)	RL	R	RL	R
Calcio carbonato	sol-sat	R	R	R	R
Calcio clorato	sol-sat	R	R	R	R
Calcio cloruro	sol-sat	R	R	R	R
Calcio idrossido	sol-sat	R	R	R	R
Calcio ipoclorito	sol	R	R	R	R
Calcio nitrato	sol-sat	R	R	R	R
Calcio solfato	sol-sat	R	R	R	R
Calcio solfuro	sol-sat	R	RL	R	RL
Carbonio diossido umido	100%	R	R	R	R
Carbonio disolfuro	100%	N	RL	N	N
Carbonio monossido	100%	R	R	R	R
Carbonio tetracloruro	100%	N	RL	N	N
Cianidrico acido	10%	R	R	R	R
Cloridrico acido	10%	-	R	-	R
Cloridrico acido	cond.	-	R	-	R
Cloridrico acido	fino al 36%	R	-	R	-
Cloro gas secco	100%	N	RL	N	N
Cloro	sol-sat	N	RL	N	N
Cloracetico acido	sol	N	R	N	R
Clorobenzene	100%	N	-	N	-
Cloroformio	100%	N	N	N	N
Clorometano	100%	RL	RL	-	-
Cresilico acido	100%	-	RL	-	-
Cromico acido	sol-sat (20%)	R	R	R	RL
Cromo acido	- (50%)	-	R	-	RL
Citrico acido	sol-sat	R	R	R	R
Crotonaldeide	sol-sat	RL	-	-	-
Cicloesano	sol-sat (100%)	RL	R	N	R
Cicloesanone	100%	N	R		RL
Decalina (decaidronaftalene)	1005	-	R	-	RL
Destrina	sol	R	R	R	R
Dieterile	100%	N	RL	N	-
Dimetilamina	100%	N	-	N	-
Diottil ftalato	100%	RL	R	N	RL

Reattivi	Concentrazione	Temperature			
		20 °C		60 °C	
		PEBD	PEAD	PEBD	PEAD
Diossano	100%	RL	R	N	R
Eptano	100%	N	R	N	N
Esadecanolo (alcol cetilico)	100%	RL	-	RL	-
Etandiolo	100%	R	R	R	R
Etanolo	40%	R	R	RL	RL
Etanolo	96%	RL	-	RL	-
Etilacetato	100%	RL	R	N	N
Fenolo	sol-sat	RL	R	N	R
Ferro cloruro (ferrico)	sol-sat	R	R	R	R
Ferro nitrato (ferrico)	sol	R	R	R	R
Ferro solfato (ferrico)	sol-sat	R	R	R	R
Ferro cloruro (ferroso)	sol-sat	R	R	R	R
Ferro solfato (ferroso)	sol (sol-sat)	R	R	R	R
Fluoridrico acido	4%	R	R	R	R
Fluoridrico acido	60%	R	R	RL	RL
Fluoro	100%	RL	N	N	N
Fluosilicico acido	40%	R	R	R	R
Formaldeide	40%	R	R	R	R
Formico acido	fino al 100% (50%)	R	R	R	
Formico acido	98-100%	-	R	-	R
Fosforico (orto) acido	50%	R	R	R	R
Fosforico (orto) acido	95%	R	R	RL	RL
Fosforo pentossido	sol	R	R	R	R
Fosforo tricloruro	100%	R	R	R	RL
Furfurolo	100%	RL	R	N	RL
Glicerina	100%	R	R	R	R
Glicolico acido	30% (sol-sat)	R	R	RL	R
Glucosio	sol-sat	R	R	R	R
Idrogeno	100%	R	R	R	R
Idrogeno perossido	30%	R	R	RL	R
Idrogeno perossido	90%	R	R	N	N
Idrogeno solforato	100%	R	R	R	R
Idrochinone	sol-sat	R	-	R	-
Lattico acido	100%	R	R	R	R
Magnesio carbonato	sol-sat	R	R	R	R
Magnesio cloruro	sol-sat	R	R	R	R
Magnesio idrossido	sol-sat	R	R	R	R
Magnesio nitrato	sol-sat	R	R	R	R
Maleico acido	sol-sat	R	R	R	R
Malto	-	R	R	R	R
Mercurio cloruro	sol-sat	R	R	R	R
Mercurio cianuro	sol-sat	R	R	R	R
Mercurio (oso) nitrato	sol	R	R	R	R
Mercurio	100%	R	R	R	R
Metanolo	100%	R	R	RL	R

Reattivi	Concentrazione	Temperature			
		20 °C		60 °C	
		PEBD	PEAD	PEBD	PEAD
Melassa	–	R	R	R	R
Naftalina	100%	N	R	N	RL
Nickel cloruro	sol-sat	R	R	R	R
Nickel nitrato	sol-sat	R	R	R	R
Nickel solfato	sol-sat	R	R	R	R
Nicotinico acido	sol	RL	R	RL	-
Nitrico acido	25%	R	R	R	R
Nitrico acido	50-75% (50%)	RL	RL	N	N
Nitrico acido	75%	-	N	-	N
Nitrico acido	100%	N	N	N	N
Olii e grassi	100%	RL	R	N	RL
Olii minerali	–	RL	R	N	RL
Olii vegetali	–	R	R	RL	R
Oleico acido	100%	RL	R	N	RL
Ossalico acido	sol-sat	R	R	R	R
Ossigeno	100%	R	R	-	RL
Ozono	100%	N	RL	N	N
Picrico acido	sol-sat	R	R	RL	-
Piridina	100%	-	R	-	RL
Piombo acetato	sol-sat	R	R	R	-
Potassio bromato	sol-sat	R	R	R	R
Potassio bromuro	sol-sat	R	R	R	R
Potassio carbonato	sol-sat	R	R	R	R
Potassio clorato	sol-sat	R	R	R	R
Potassio cloruro	sol-sat	R	R	R	R
Potassio cromato	sol-sat	R	R	R	R
Potassio cianuro	sol	R	R	R	R
Potassio bocromato	sol-sat	R	R	R	R
Potassio ferricianuro	sol-sat	R	R	R	R
Potassio fluoruro	sol-sat	R	R	R	R
Potassio idrossido	10%	R	R	R	R
Potassio idrossido	conc.	R	R	R	R
Potassio ipoclorito	sol	R	R	RL	RL
Potassio nitrato	sol-sat	R	R	R	R
Potassio ortofosfato	sol-sat	R	R	R	R
Potassio perclorato	sol-sat	R	R	R	R
Potassio permanganato	20%	R	R	R	R
Potassio persolfato	sol (sol-sat)	R	R	R	R
Potassio solfato	sol-sat	R	R	R	R
Potassio solfito	sol	R	-	R	-
Potassio solfuro	sol-sat (sol)	R	R	R	R
Propionico acido	50%	-	R	-	R
Propionico acido	100%	-	R	-	RL
Rame cianuro	sol-sat	R	R	R	R
Rame cloruro	sol-sat	R	R	R	R

Reattivi	Concentrazione	Temperature			
		20 °C		60 °C	
		PEBD	PEAD	PEBD	PEAD
Rame fluoruro	sol-sat	R	-	R	-
Rame nitrato	sol-sat	R	R	R	R
Rame solfato	sol-sat	R	R	R	R
Salicilico acido	sol-sat	R	R	R	R
Salicico acido	sol	R	R	R	R
Sodio acetato	sol-sat	R	R	R	R
Sodio benzoato	sol-sat	R	R	R	R
Sodio bromuro	sol-sat	R	R	R	R
Sodio carbonato	sol-sat	R	R	R	R
Sodio cianuro	sol	R	R	R	R
Sodio clorato	sol-sat	R	R	R	R
Sodio cloruro	sol-sat	R	R	R	R
Sodio fluoruro	sol-sat	R	R	R	R
Sodio ferricianuro	sol-sat	-	R	-	R
Sodio idrossido	40%	R	R	R	R
Sodio ipoclorito	15% di Cl ₂	-	R	-	R
Sodio nitrato	sol-sat	R	R	R	R
Sodio nitrito	sol-sat	R	R	R	R
Sodio ortofosfato	sol-sat	R	R	R	R
Sodio solfato	sol-sat	R	R	R	R
Sodio solfito	sol-sat	R	-	R	-
Sodio solfuro	sol-sat	R	R	R	R
Stagno (ico) cloruro	sol	R	R	R	R
Stagno (oso) cloruro	sol-sat	R	R	R	R
Stearico acido	sol-sat	R	-	RL	-
Solfonico acido	10-50%	R	R	R	R
Solfonico acido	98%	RL	R	N	N
Solfonico acido	fumante	N	N	N	N
Solfonoso acido	30%	R	R	R	R
Sviluppatori fotografici	-	-	R	-	R
Tannico acido	sol	R	R	R	R
Tartarico acido	sol	R	R	R	R
Toluene	100%	N	RL	N	N
Tricloroetilene	100%	N	RL	N	RL
Trietanolamina	100%	R	R	-	RL
Urea	sol	R	R	R	R
Vino e spirito	-	R	R	R	R
Xilene	100%	N	RL	N	N
Zinco carbonato	sol-sat	R	R	R	R
Zinco cloruro	sol-sat	R	R	R	R
Zinco ossido	sol-sat	R	R	R	R
Zinco solfato	sol-sat	R	R	R	R
Zolfo colloidale	-	R	R	R	R
Zolfo diossido anidro	100%	R	R	R	R
Zolfo triossido	100%	N	N	N	N

Fluidi che possono essere trasportati a pressione atmosferica fino a 20 °C a mezzo di tubi di PEAD non sottoposti a sollecitazioni esterne

Fluidi classificati "S" a 20 °C.

Fluidi	Concentrazione
Acetaldeide	100%
Acetico (acido) glaciale	> 96%
Acetica (anidride)	100%
Amile (acetato)	100%
Amile (alcool)	100%
Anilina	100%
Acqua ossigenata	90%
Benzaldeide	100%
Benzina (idrocarburi alifatici)	–
Butirrico (acido)	100%
Cromico (acido)	20%
Cromico (acido)	50%
Cicloesanone	100%
Decaidronaftalene	100%
Diottilftalato	100%
Eptano	100%
Etanolo	40%
Etil acetato	100%
Furfurilico (alcool)	100%
Fluoridrico (acido)	60%
Fosforo (tricloruro)	100%
Nicotinico (acido)	Sol. dil.
Oli e grassi	–
Oleico (acido)	100%
Ortofosforico (acido)	95%
Ossigeno	100%
Picrico (acido)	Sol.sat.
Piombo (acetato)	Sol.sat.
Potassio (ipoclorito)	Sol.
Propionato (acido)	100%
Piridina	100%
Solforico (acido)	98%
Trietanolamina	Sol.

Fluidi che **NON** possono essere trasportati a mezzo di tubi di PEAD

Fluidi classificati "NS" a 20 °C e a 60 °C;

Fluidi classificati "L" a 20 °C e "NS" a 60 °C.

Fluidi	Concentrazione
Acqua regia	HCl/HNO ₃ =3/1
Bromo (gas) secco	100%
Bromo liquido	100%
Carbonio (bisolfuro)	100%
Carbonio (tetracloruro)	100%
Cloro (gas) secco	100%
Cloro (acqua di)	Sol.sat.
Cloroformio	100%
Fluoro (gas)	100%
Nitrico (acido)	da 50% a 100%
Ozono	100%
Solfonico (acido)	Fumante
Solfonica (anidride)	100%
Tionile (cloruro)	100%
Toluene	100%
Tricloroetilene	100%
Xilene	100%



Info Tecnico Commerciali

info@dalmineresine.it

UFFICIO VENDITA NORD
E STABILIMENTO
24040 LEVATE (BG)
TEL. 035 594848
FAX 035 594832

UFFICIO VENDITA SUD
E STABILIMENTO
66050 FRESAGRANDINARIA (CH)
TEL. 0873 321720
FAX 0873 321719

UFFICIO VENDITA CENTRO
E STABILIMENTO
41056 SAVIGNANO s.P. (MO)
TEL. 059 772573
FAX 059 763541

UFFICIO VENDITA SICILIA
E STABILIMENTO
94017 REGALBUTO (EN)
TEL. 0935 72770
FAX 0935 77677

UFFICIO LEGALE
E AMMINISTRATIVO
41100 MODENA
TEL. 059 826307
FAX 059 827090

I tubi sono prodotti in stabilimenti che operano
in regime di assicurazione qualità secondo la
norma UNI-EN-ISO 9001:2008 e certificati da:



certificato
n. 705

