

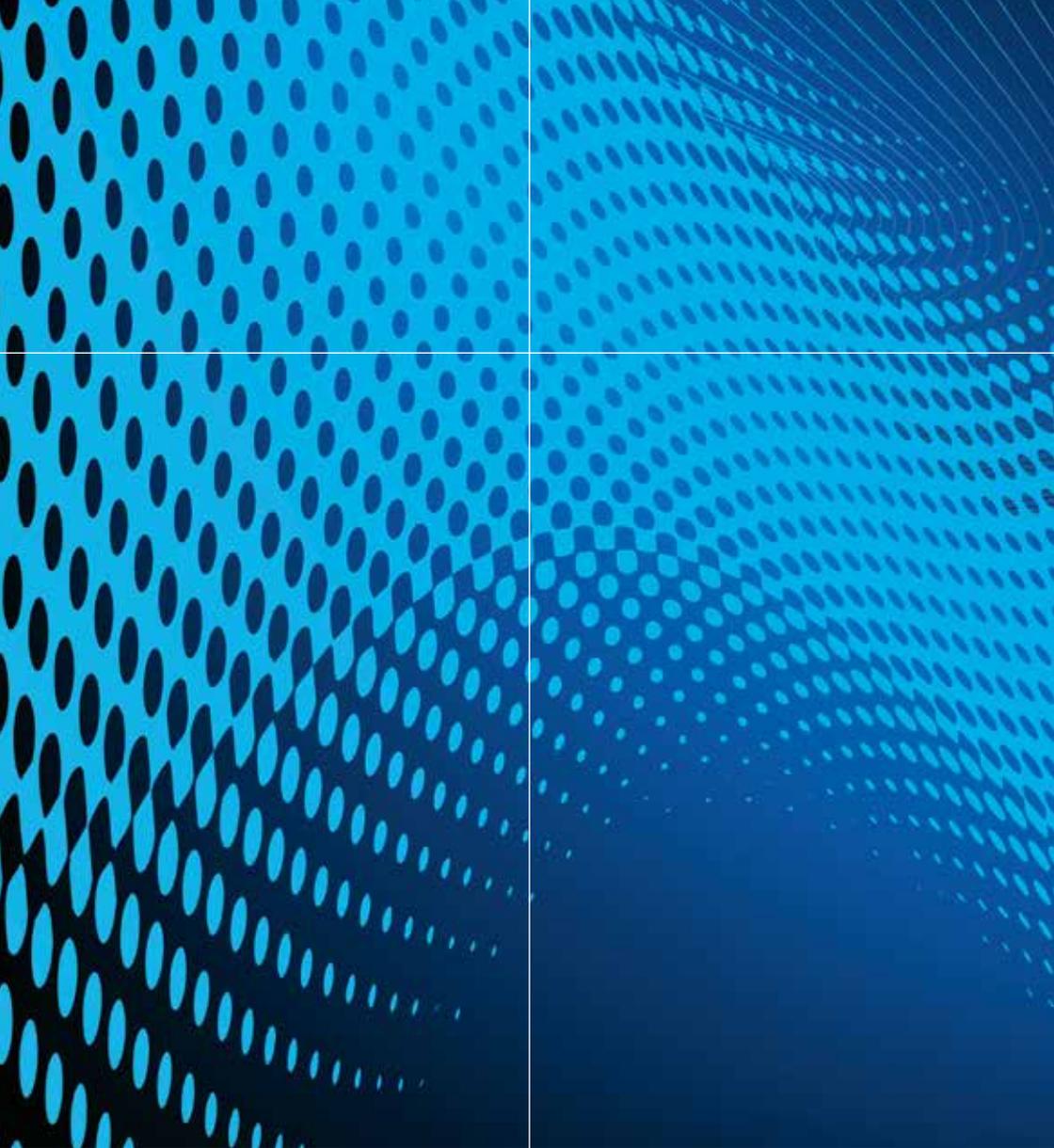
BLU POWER
CRACK
RESISTANT



Manuale tecnico

Il rivoluzionario tubo in lega polimerica per il trasporto di fluidi in pressione: duttilità e resistenza alla propagazione della cricca assicurano un'estrema affidabilità nel tempo.

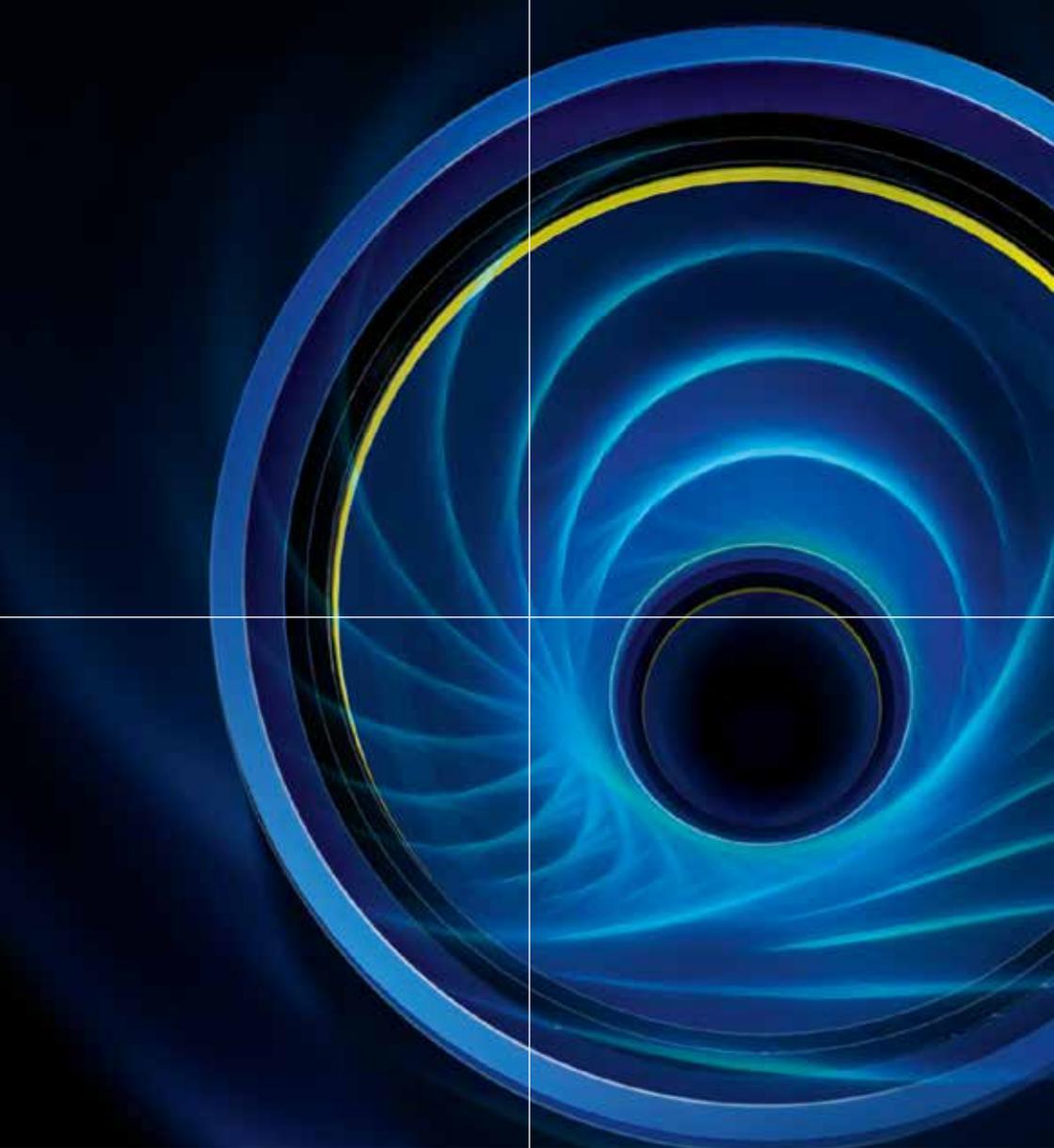
faraplan[®]
TECHNOLOGY FLOW





Indice

	pag
❶ Blu Power Crack Resistant	7
1.1 Introduzione	7
1.2 Il PVC-A	8
1.2.1 La storia del PVC-A	
1.2.2 La toughness e la transizione fragile duttile	8
1.2.3 Le caratteristiche fisiche del PVC-A	10
1.3 La normativa e il sistema di certificazione	10
1.4 Le prove di laboratorio	11
1.5 Il sistema di giunzione Power Lock	16
❷ La gamma e il sistema	
2.1 Il tubo Blu Power	20
2.2 Il sistema Blu Power	21
2.3 Il completamento del sistema	24
❸ La progettazione	
3.1 Il calcolo idraulico	28
3.2 Gli ancoraggi	30
3.3 Il colpo d'ariete	32
3.4 L'influenza della temperatura sulle prestazioni	34
3.5 Resistenza alla corrosione e resistenza chimica	35
❹ Guida all'installazione	
4.1 Lo stoccaggio	48
4.2 La movimentazione	49
4.3 La posa in opera	50
4.4 La rigidità anulare	53
4.5 La flessibilità di Blu Power	59
4.6 La dilatazione termica	59
❺ Il Collaudo	
5.1 Premessa	62
5.2 Generalità	62
5.3 Metodo1: metodo del rabbocco	62
5.4 Metodo2: norma UNI EN 805	63
5.5 Metodo3	64
5.6 Messa in servizio	66





Faraplan

è un'azienda italiana certificata UNI EN ISO 9001:2008 leader in Italia nella produzione di tubi in PVC rigido.

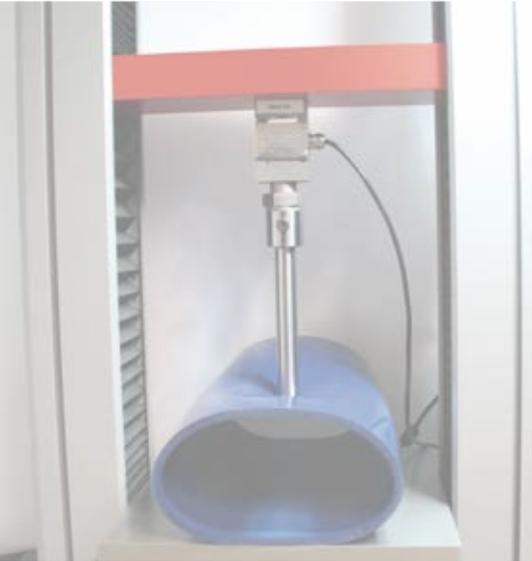
Presente dal 1999 sul territorio nazionale con due stabilimenti, Faraplan fa parte del Gruppo FITT specializzato nella produzione di tubi flessibili in PVC dal 1969. Con un fatturato di 92.000.000 di Euro ed un organico di 160 dipendenti, Faraplan è profondamente radicata sul territorio italiano con una significativa presenza sui mercati Europei.

Costantemente impegnata nello sviluppo di progetti e prodotti innovativi, Faraplan ha sviluppato Blu Power Crack Resistant in collaborazione con il Gruppo Wavin, multinazionale leader nella produzione di tubi e accessori plastici.





① Blu Power Crack Resistant



1.1 Introduzione

Blu Power Crack Resistant è il tubo in lega polimerica (PVC-A) destinato al trasporto di fluidi in pressione. Tubo in barre della lunghezza di 6 e 3 metri con sistema di giunzione a bicchiere di guarnizione integrata. Colore Blu RAL 5010.

Le applicazioni sono:

- Trasporto di acque per utilizzo umano → Acquedotti
- Trasporto di acque per irrigazione → Irrigazione
- Trasporto di fluidi industriali → Industriale
- Trasporto di reflui → Fognatura in pressione e a gravità

II PVC-A

1.2.1

La storia del PVC-A:

il materiale PVC-A (A sta per Alloy = lega), è stato sviluppato all'inizio degli anni 90 nel regno unito (UK) su iniziativa del più grande ente gestore inglese **North West Water** (oggi United Utilities) in occasione della privatizzazione delle utilities, con la collaborazione del produttore **Hepworth/Wavin** e dell'istituto di ricerca nel campo delle materie plastiche: **Pipeline Development Ltd.**

La necessità di sostituire numerose vecchie condotte ammalorate realizzate con vari materiali (Amianto/Cemento, Ghisa Grigia, Ghisa Sferoidale, Acciaio, PEAD, PVC-U) ha stimolato la ricerca di un sistema maggiormente affidabile (dal punto di vista della manutenzione) e duraturo nel tempo.

La ricerca si prefiggeva di individuare un tubo che avesse un tempo di vita superiore a 50 anni, che non fosse soggetto ad alcun tipo di corrosione e che quindi non richiedesse particolari protezioni o rivestimenti, che offrisse una grande resistenza all'urto (anche a basse temperature), ai carichi concentrati e alla propagazione della cricca.

La ricerca si è focalizzata nel campo delle resine, per escludere fin dal principio qualsiasi problema collegato con la corrosione elettrochimica tipica dei materiali ferrosi.

Esaminando il comportamento dei tubi in PVC-U e dei tubi in PEAD si è deciso di trovare un materiale che contenesse al suo interno la resistenza del primo e la duttilità del secondo.

Il risultato fu la lega polimerica ottenuta dall'unione di PVC-U e di CPE (cloruro di polietilene) denominata PVC-A

A differenza di altre ricerche, gli sviluppatori del PVC-A si sono focalizzati nelle reali condizioni di cantiere e di esercizio.

Per molti motivi (incauta movimentazione, posa in opera non a regola d'arte) le tubazioni possono subire danneggiamenti in cantiere che possono compromettere la funzionalità dell'opera finita.

L'elevata resistenza alla propagazione della cricca è la caratteristica in grado di far sì che nei tubi in PVC-A, i danneggiamenti di cantiere non rappresentino un problema per l'opera finita.

1.2.2

La Toughness e transizione fragile/duttile:

la **toughness** è una proprietà del materiale che determina la sua resistenza alla rottura fragile. La toughness deve essere considerata equivalente per importanza alla resistenza meccanica poiché questa è la proprietà che descrive l'aumento di resistenza del materiale alla propagazione delle criccate.

Con i materiali tenaci (tough) che presentano proprietà di rottura prevedibile le rotture fragili non potrebbero avvenire, quindi la toughness del materiale è direttamente correlata con il fattore di sicurezza a lungo termine. Tale proprietà è importante quando sono presenti dei difetti, come incisioni sulla superficie del tubo. Tramite questa relazione possiamo poi definire la resistenza all'avanzamento della cricca e la transizione duttile/fragile di un materiale.

Molte prove sono state eseguite su campioni di tubo pre-criccati, nel caso di tubi con alta "toughness" le crepe iniziavano a crescere lentamente attraverso la parete, ma questa crescita era accompagnata da una grossa deformazione plastica, per poi arrestarsi subito quando si incontrava la zona compressa (e questo indipendentemente dal carico di punta).

Si cercò poi di dare una rappresentazione analitica e grafica al valore della resistenza all'avanzamento delle crepe e al controllo della transizione duttile-fragile. Per questo il concetto di toughness venne espresso in prima approssimazione con la relazione:

$$K_c = \sigma_F \sqrt{t \cdot a} \quad [MN / m^{3/2}]$$

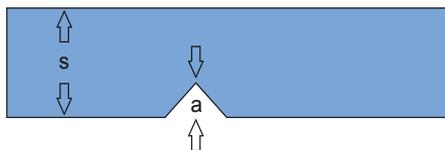
(formula 1)

dove:

σ_F = carico di rottura

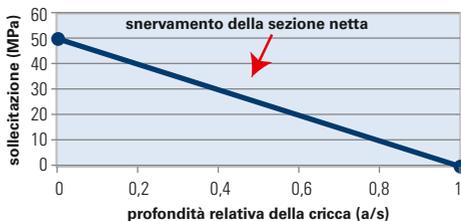
a = profondità della cricca praticata artificialmente

Dato cioè un provino di spessore "s" (fig. 1), se su questo viene praticato un intaglio di grandezza "a" possiamo costruire un grafico dei carichi di rottura in funzione della profondità della cricca.



(figura 1)

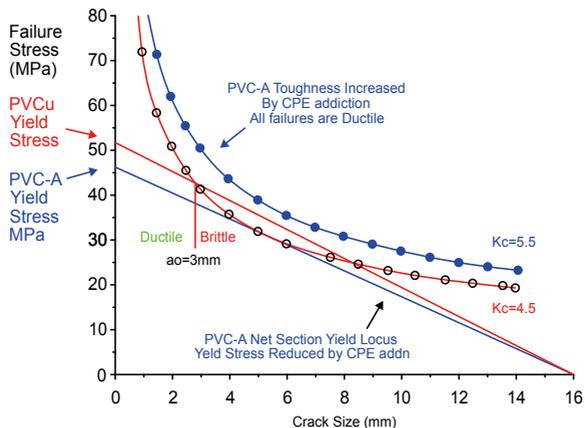
Come si vede essa è direttamente proporzionale al carico di rottura, ma dipende anche dalla profondità della cricca. La presenza di un intaglio chiaramente riduce la sezione trasversale della parete del tubo. Meno materiale sarà presente per resistere alla pressione, e quindi lo sforzo necessario per causare la rottura diminuirà. Per carichi a trazione (pressione), lo spessore della parete diminuisce



(figura 2)

linearmente con la dimensione della crepa, stessa cosa avviene per il carico di rottura (v. fig.2). Questa curva è il luogo della sezione netta di snervamento.

Se sullo stesso grafico riportiamo anche la relazione (formula 1) relativa alla toughness del materiale notiamo che questa interseca la linea della sezione netta di snervamento in corrispondenza di un certo valore della cricca (v. fig.3). Se la cricca supera quel valore si è dimostrato che il prodotto da quel punto in poi si comporta sempre come un materiale fragile. Lo scopo della ricerca fu allora quello di trovare un materiale che presentasse, mantenendo inalterate o quasi le caratteristiche di resistenza proprie del PVC-U, una toughness più elevata in modo che la sua curva non intersecasse mai la linea di snervamento della sezione netta. La soluzione fu la lega con il CPE: cioè il PVC-A.



(figura 3)

1.2.3

Le caratteristiche fisiche del PVC-A

L'incredibile versatilità del PVC, che lo ha reso negli anni attore principale di molti settori (medicale, moda, costruzione, arredamento,...), in questa nuova formulazione (PVC-A) trova la sua ragione di essere principale.

Affondando le radici in anni di storia, è stato possibile mettere a punto una miscela che tari le sue performance sia dal punto di vista meccanico-funzionale, che sostenibile.

La capacità di subire, sotto carico, deformazioni plastiche prima di giungere a rottura è conferita dall'impiego in formulazione di elastomeri appartenenti alla famiglia dei modificatori di impatto organici. L'attenzione alla sostenibilità della miscela è data da un'attenta selezione degli altri coadiuvanti di processo, opportunamente selezionati per adempiere alle più recenti regolamentazioni (il Regolamento (CE) n. 1907/2006 concernente la registrazione, valutazione, autorizzazione e restrizione delle sostanze chimiche (REACH), quindi eliminando i metalli pesanti, come Pb e CrVI, e qualsiasi sostanza presente all'interno delle liste SVHC (Substances of Very High Concern).

Gli stabilizzanti utilizzati, dei quali non si può fare a meno per il processo di tale polimero, appartengono a sistemi di nuova generazione a base organica, che oltre ad elevate performance tecniche garantiscono anche un alto livello di attenzione per i temi legati alla tutela delle caratteristiche organolettiche del prodotto finale. Tuttavia un'equilibrata formulazione deve essere opportunamente bilanciata da condizioni

di processo tali da garantire shear che assicurino un elevato grado di dispersione di tutti i componenti.

La normativa e il sistema di certificazione

BLU POWER è un prodotto le cui caratteristiche attingono quasi completamente alle Specifica Tecnica inglese emessa dal British Standard Institute (BSI) chiamata PAS 27 (Product Assessment Specification). Tali caratteristiche sono state elaborate ed implementate ulteriormente generando così una Specifica Tecnica Nazionale in collaborazione con l'ente di certificazione Istituto Italiano dei Plastici il quale ha emesso un documento tecnico "pubblico" chiamato:

Specifica Tecnica IIP Mod. 1.1/19
SPECIFICA TECNICA IIP PER LA CERTIFICAZIONE DI TUBI DI POLI CLORURO DI VINILE MODIFICATO (PVC-A) PER L'ADDUZIONE ACQUA

Il presente documento, in assenza di norma nazionali specifiche, ha lo scopo di definire le Regole Particolari per il rilascio della certificazione di prodotto con Marchio di conformità Piip/C ed è applicabile ai tubi da utilizzarsi nel settore trasporto acqua in pressione per dimensioni da 63 mm a 800 mm per il convogliamento di acqua sia sopra che sotto terra purchè non esposti alla luce diretta, per temperature di esercizio tra 0 e 40°C.

BLU POWER contiene tutte le garanzie necessarie a soddisfare i requisiti relativi al trasporto Acqua Potabile e trasporto alimenti:

- D.M. n.174 - Migrazione Globale in Acqua
- Reg.EU n.10/2011- Migrazione Globale in simulanti Alimentari
- Simulante - Acqua Distillata
- Simulante A - Etanolo al 10% in Acqua Distillata
- Simulante B – Acido Acetico al 3% in Acqua Distillata
- Simulante D2 – Olio d'oliva rettificato
- UNI EN 1622 – Valutazione dell'odore (TON) e del sapore (TFN)

Caratteristiche Blu Power Crack Resistant

Peso specifico	γ	1.400	Kg/m ³
Modulo di Young	E	2.500	Mpa
Coefficiente di Poisson	ν	0,38	-
Coefficiente di dilatazione termica	α	7x10 ⁻⁵	-

1.4

Le prove di laboratorio

Vengono ora riportate i requisiti imposti dalle normative di riferimento e i relativi metodi di prova:

Requisiti generali dei tubi				
Caratteristica	Requisito	Parametri di prova		Metodo di analisi
Aspetto	Superficie interna ed esterna liscia senza irregolarità, cavità o altri difetti tali da precludere la conformità alla norma	Tipo di test	Visivo senza ingrandimenti	(UNI) EN ISO 1452-2
Colore	Colore dichiarato in accordo a quanto previsto dalle eventuali disposizioni legislative nazionali o, in assenza di esse, di quanto previsto dalla norma UNI EN ISO 1452-2	Tipo di test	Visivo	(UNI) EN ISO 1452-2
Opacità per tubi fuori terra per acqua	Trasmissione della luce visibile $\leq 2\%$	Tipo di test	Visivo	ISO 7686
Dimensioni	Spessori Diametri Lunghezza barre Dimesioni di accoppiamento (codolo e bicchiere)	Tipo di test	Strumentale	EN ISO 3126 (*)

Requisiti fisici dei tubi				
Caratteristica	Requisito	Parametri di prova		Metodo di analisi
Ritiri longitudinali	Massimo 5%	Metodo Temperatura di prova Tempo	In liquido (1) 150°C Funzione dello spessore e del metodo (PAS 27)	ISO 2505
Temperatura di ramollimento (grado Vicat)	$\geq 80^\circ\text{C}$	Numero di provini	3	ISO 2507-2
Determinazione del valore di snervamento	≥ 40 MPa	Numero di provini Velocità Temperatura	5 5 mm/min 23°C	ISO 6259-1 e ISO 6259-2
Resistenza al diclorometano (grado di gelificazione)	Nessun attacco su tutto il campione	Temperatura Tempo Liquido di immersione	15°C 30' Diclorometano	ISO 9852
CRing Test (prova BRT)	Nessun attacco su tutto il campione	Temperatura Liquido di immersione	23°C Diclorometano	PAS 27

Requisiti meccanici dei tubi				
Caratteristica	Requisito		Parametri di prova	Metodo di analisi
Resistenza idrostatica a breve termine	Nessuna rottura per 1h a 20°C	Tipo di portaprovinci Stress circonferenziale Lunghezza	Tipo B 36 MPa 3 DN con un massimo di 1m	EN ISO 1167-1 e EN ISO 1167-2
Resistenza idrostatica a lungo termine (SOLO ITT)	Nessuna rottura per 10000h a 20°C	Tipo di portaprovinci Stress circonferenziale Lunghezza	Tipo B 26 MPa 3 DN con un massimo di 1m	EN ISO 1167-1 e EN ISO 1167-2
Resistenza idrostatica con intaglio (SOLO ITT)	Valutazione rotture a 10, 100 e da 100 a 1000h	Tipo di portaprovinci	Tipo B	PAS 27
“Three point bend stress”	==	==	==	PAS 27
Resistenza all’urto per tutti i DN	TIR ≤ 5% a 0°C	Campionamento e tipo di dardo Temperatura di prova Dardo Altezza Peso	ISO 3127 0°C D 25 2000 mm PAS 27	ISO 3127 PAS 27
Resistenza all’invecchiamento Resistenza idrostatica a breve termine	Esposizione a 3,5 GJ per 365 gg - Nessuna rottura per 1h a 20°C	Tipo di portaprovinci Stress circonferenziale Lunghezza	Tipo B 36 MPa 3 DN con un massimo di 1m	EN ISO 1167-1 e EN ISO 1167-2
Resistenza all’urto per tutti i DN	- TIR ≤ 5% a 0°C	Campionamento e tipo di dardo Temperatura di prova Dardo Altezza Peso	ISO 3127 0°C D 25 2000 mm PAS 27	ISO 3127 PAS 27
Resistenza idrostatica a lungo termine	Nessuna rottura per 1000h a 20°C	Tipo di portaprovinci Stress circonferenziale	Tipo B 10 MPa	EN ISO 1167-1 e EN ISO 1167-2 (UNI) EN ISO1452-2 tabella 7
Resistenza idrostatica a breve termine dei tubi con bicchiere	Nessuna rottura per 1h a 20°C	Tipo di portaprovinci Pressione: DN ≤ 90 mm DN > 90 mm	Tipo B 4,2xPN 3,36xPN	EN ISO 1167-1 e EN ISO 1167-2

Idoneità del sistema				
Caratteristica	Requisito	Parametri di prova		Metodo di analisi
Resistenza idrostatica a breve termine	Nessuna rottura per 1h a 20°C	Tipo di portaprovinci Stress circonferenziale Lunghezza	Tipo B 36 MPa 3 DN con un massimo di 1m	EN ISO 1167-1 e EN ISO 1167-2
Nessuna perdita durante il periodo di prova	Numero di campioni Durata di prova Temperatura di prova	1 100' Da 15°C a 25 °C		EN ISO 13845
Tenuta a pressione negativa a breve termine	Variazione massima \leq 0,05 bar	Numero di campioni Durata di prova Temperatura di prova	1 (UNI) EN ISO 1452-5 tab 1 Da 15°C a 25 °C	EN ISO 13844
Nessuna rottura per 1h a 20°C	Numero di campioni Durata di prova Pressione di prova	1 1h 0,25 bar		PAS 27
Tenuta a pressione a lungo termine	Nessuna perdita durante il periodo di prova	Numero di campioni Durata di prova Temperatura di prova Sollecitazione	1 1000h (UNI) EN ISO 1452-5 tab 1 (UNI) EN ISO 1452-5 tab 1 o 2 come applicabile	EN ISO 13846 e (UNI) EN ISO 1452-5 Annesso B

Si mettono ora in evidenza **due test specifici per analizzare la proprietà di “resistenza alla propagazione della cricca” e duttilità del materiale, previste entrambe dalla normativa di riferimento.**

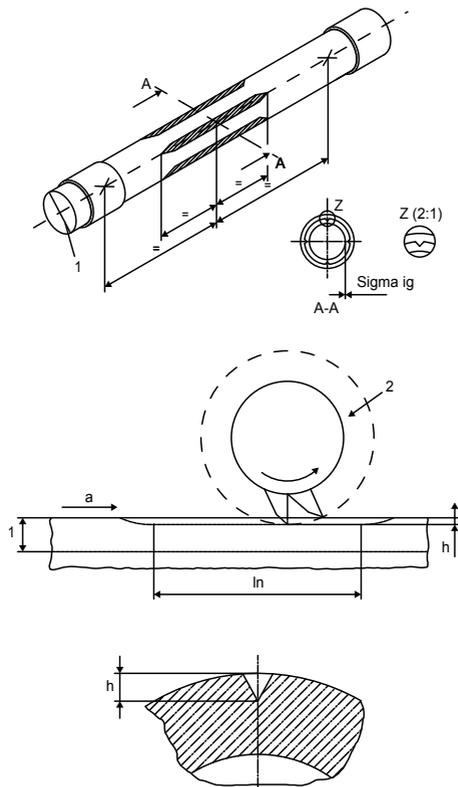
Prove di pressione con tubo criccato

Metodo di Prova:
PAS27 + ISO 13479 + Metodo interno Faraplan

Lo scopo della prova è quello di determinazione la resistenza alla propagazione della frattura a breve e a lungo termine.

Vengono eseguite n. 4 incisioni su 4 generatrici del tubo poste a 90° l'una dall'altra per 100 mm con una profondità del 10% dello spessore del tubo.

(v. fig.4)



(figura 4)

C-Ring test

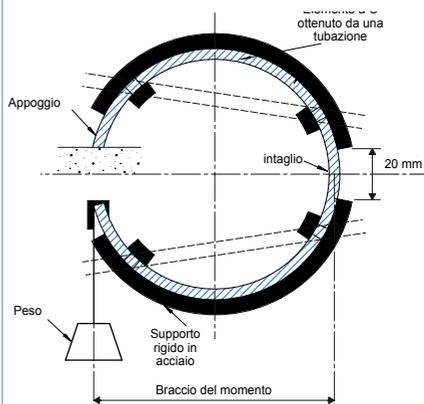
Test eseguito per verificare la duttilità della tubazione incidendo una sezione di tubo (notch) per poi provocare una rottura applicando un carico progressivo.

Preparazione provini:

Anello di tubo cui viene fatta un intaglio pari al 25% della sezione con un angolo a $45^\circ \pm 2^\circ$. Sulla parte opposta al notch, tagliare 20mm di anello in modo da ottenere una C (v. fig.5). Applicare 2 supporti rigidi all'anello tenendo una distanza simmetrica di 10mm dal punto d'intaglio. "appendere" il provino ad un supporto rigido ed applicare un peso iniziale tra 0,5 kg e 1.0kg. Aumentare progressivamente il peso con step da 2 a 5 minuti

A rottura avvenuta, verificare se il comportamento è di tipo duttile (conforme) o fragile (non conforme).

Schema dell'attrezzatura per l'esecuzione del C-ring test.



(figura 5)



1.5

Il sistema di giunzione Power Lock

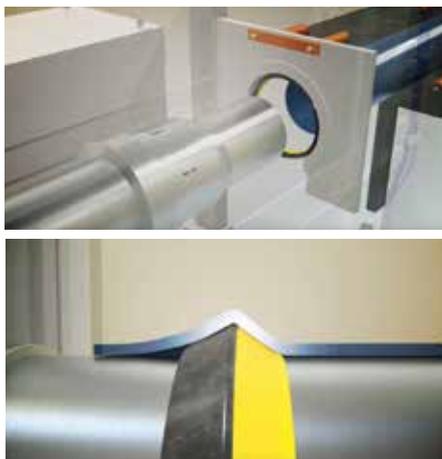
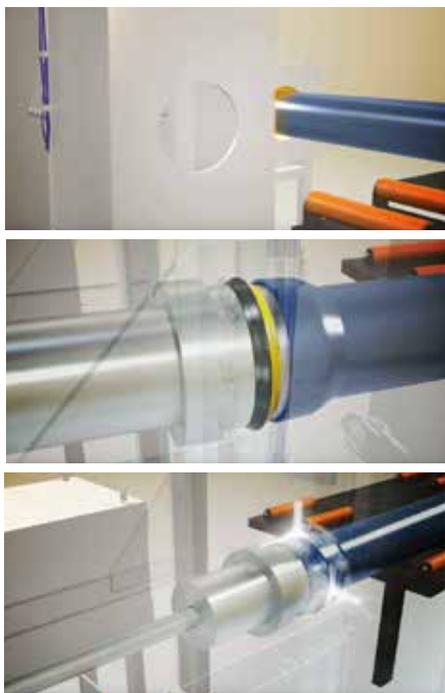
Blu Power Crack Resistant adotta il sistema di giunzione a bicchiere con **guarnizione integrata inamovibile** Power Lock[®].

La guarnizione è composta da elemento di tenuta, a norma UNI EN 681, solidamente accoppiato con anello (giallo) di irrigidimento in polipropilene. (v. fig.6)

La guarnizione viene inserita a caldo in modo automatico durante la fase di formazione del bicchiere e risulta pertanto inamovibile. (v. fig.7)

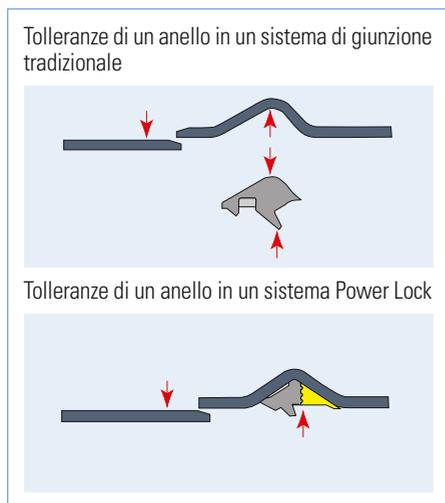


(figura 6)



(figura 7)

Per questo motivo non sono presenti tolleranze tra la guarnizione e il bicchiere:



(figura 8)

Per proteggere la guarnizione, Blu Power Crack Resistant viene fornito con tappi sia sul bicchiere, sia sul codolo.



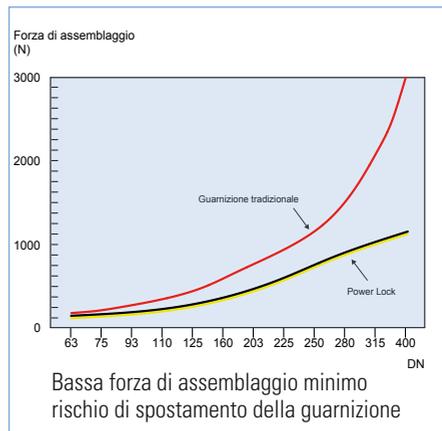
(figura 9)

Power Lock, oltre ad essere un sistema molto pratico, significa **GARANZIA DI TENUTA** anche in condizioni di deflessione angolare sino a 3°.

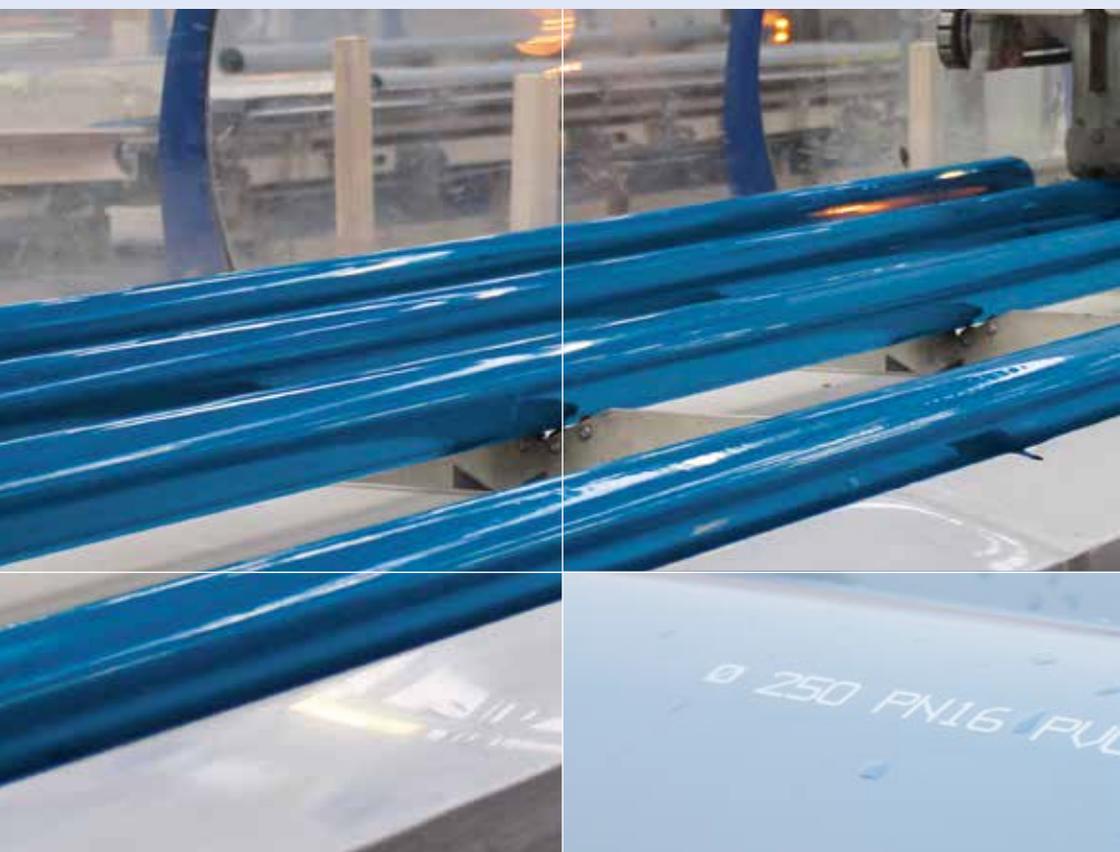


(figura 10)

Rispetto ad un sistema di giunzione tradizionale, Power Lock richiede una forza di assemblaggio inferiore.



(figura 11)



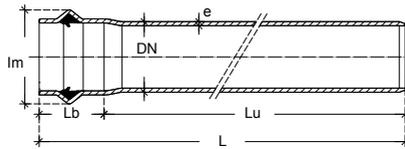


② La gamma e il sistema



2.1

Il tubo Blu Power



(figura 12)

	PN10		PN16		L	Lb	Lu	Im	
DN (mm)	Peso (Kg/m)	e spessore (mm)	Peso (Kg/m)	e spessore (mm)	lunghezza barra (cm)	lunghezza bicchiere (cm)	lunghezza utile (cm)	ingombro massimo (mm)	pz/paletta
110	1,59	3,1	2,42	4,9	600	13	587	145	57
125	2,02	3,5	3,09	5,5	600	15	585	165	43
140	2,51	3,9	3,90	6,2	600	15	585	180	23
160	3,31	4,5	5,00	7,0	600	16	584	205	26
200	5,12	5,6	7,84	8,8	600	17	583	260	15
225	6,48	6,3	9,90	9,9	600	22	578	270	14
250	7,94	7,0	12,21	11,0	600	24	576	320	12
280	9,91	7,8	15,31	12,3	600	24	576	330	11
315	12,56	8,8	19,28	13,8	600	24	576	390	6
355	15,90	9,9	24,55	15,6	600	24	576	440	8
400	20,30	11,2	31,02	17,5	600	24	576	490	9 per il PN 10 6 per il PN 16

- Ogni tubo viene fornito tappato su entrambi i lati
- Su richiesta possono essere fornite barre della lunghezza di 3 metri

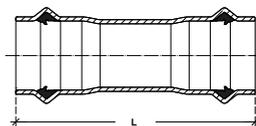
2.2

Il sistema Blu Power

Manicotto femmina - femmina			
DN (mm)	L (mm)	PN10 (kg)	PN16 (Kg)
110	308	0,54	0,81
125	325	0,98	1,04
140	350	1,40	1,48
160	345	1,27	1,90
200	418	3,24	3,41
225	435	4,36	4,59
250	505	6,13	6,45
280	494	5,26	5,54
315	494	10,01	10,54
355	635	17,01	17,90
400	642	20,66	21,75

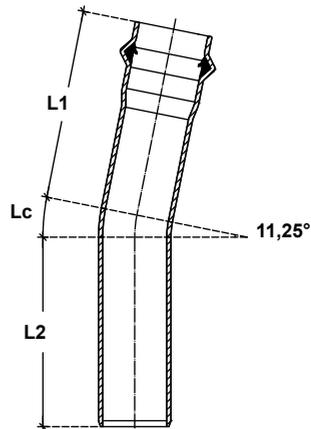
Curva Blu Power 11,25°					
DN (mm)	L1 (mm)	Lc (mm)	L2 (mm)	PN10 (Kg)	PN16 (Kg)
110	315	295	300	1,45	2,20
125	350	340	285	2,02	3,08
140	330	375	315	2,70	4,21
160	330	435	345	3,77	5,85
200	430	280	390	8,21	10,28
225	470	310	320	9,63	15,12
250	520	310	380	11,93	18,53
280	480	340	480	15,93	24,80
315	480	370	450	20,21	31,41
400	610	450	640	43,19	64,19

Curva 11,25° Maschio-Femmina



(figura 13)

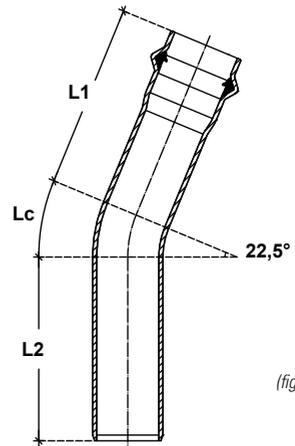
Curva 11,25° Maschio-Femmina



(figura 14)

Curva Blu Power 22,5°					
DN (mm)	L1 (mm)	Lc (mm)	L2 (mm)	PN10 (Kg)	PN16 (Kg)
110	315	295	300	1,45	2,20
125	350	340	285	2,02	3,08
140	330	375	315	2,70	4,21
160	330	435	345	3,77	5,85
200	470	330	400	8,21	10,28
225	490	510	420	9,63	15,12
250	510	520	370	11,93	18,53
280	480	590	430	15,93	24,80
315	540	510	450	20,21	31,41
400	610	880	510	43,19	64,19

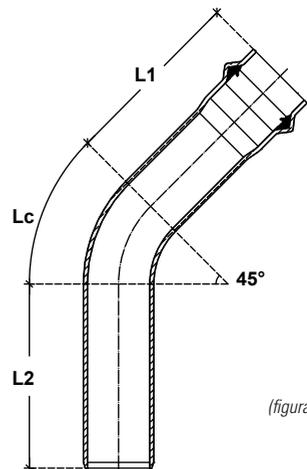
Curva 22,5° Maschio-Femmina



(figura 15)

Curva Blu Power 45°					
DN (mm)	L1 (mm)	Lc (mm)	L2 (mm)	PN10 (Kg)	PN16 (Kg)
11v	315	295	300	1,45	2,20
125	350	340	285	1,97	3,08
140	330	375	315	2,56	4,21
160	330	435	345	3,67	5,85
200	470	330	400	6,14	10,28
225	490	510	420	9,19	15,12
250	510	520	370	11,12	18,53
280	480	590	430	14,87	24,80
315	540	510	450	18,84	31,41
400	610	880	510	43,19	64,19

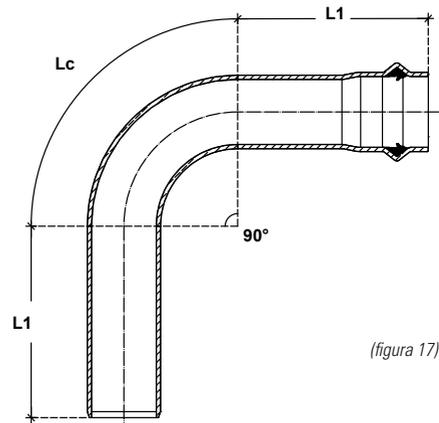
Curva 45° Maschio-Femmina



(figura 16)

Curva Blu Power 90°					
DN (mm)	L1 (mm)	Lc (mm)	L2 (mm)	PN10 (Kg)	PN16 (Kg)
110	325	560	365	1,94	2,47
125	320	685	260	2,52	3,78
140	325	770	325	3,61	5,38
160	360	880	230	4,83	7,22
200	450	1460	270	11,51	18,10
225	520	1710	380	17,54	26,59
250	580	1720	390	21,30	31,94
280	700	1930	480	31,86	48,00
315	610	2240	450	43,11	64,84

Curva 90° Maschio-Femmina

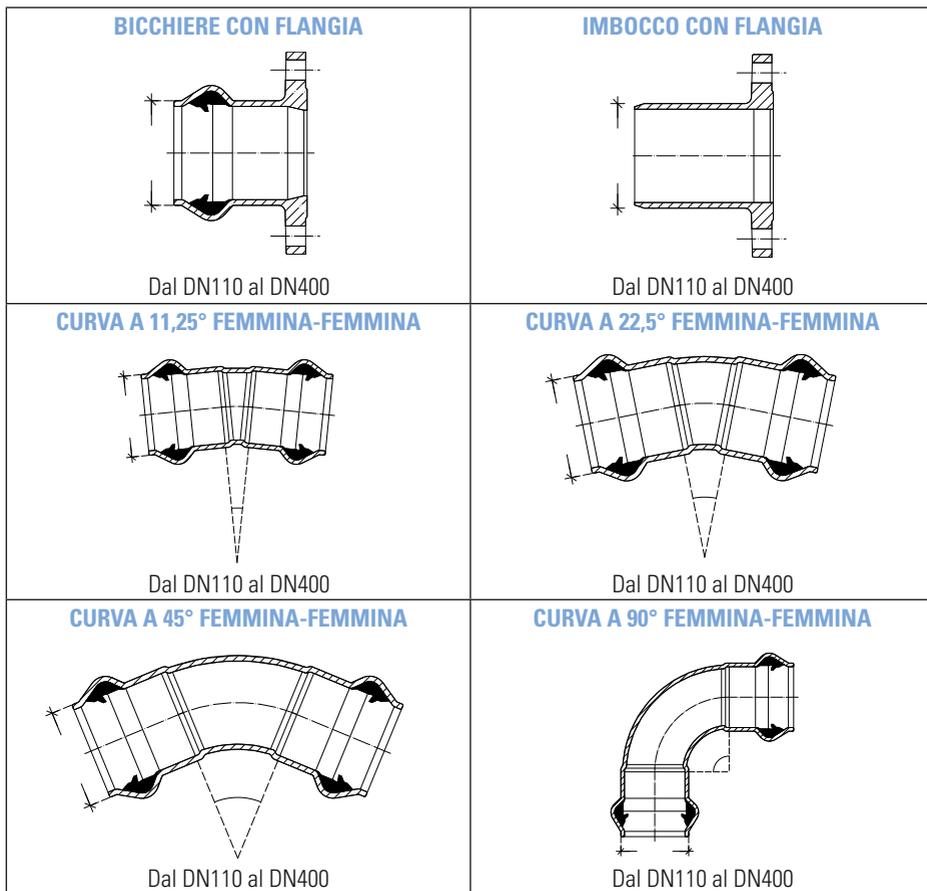


(figura 17)

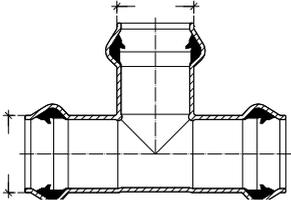
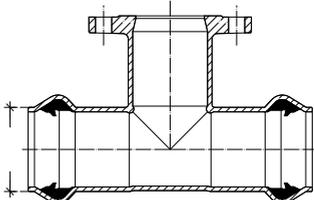
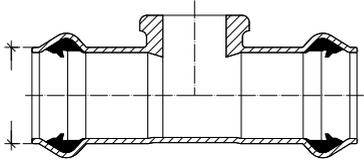
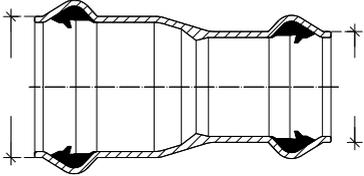
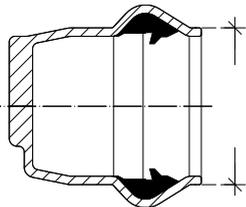
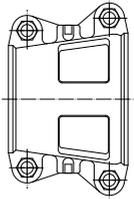
2.3

Il completamento del sistema

FARAPLAN consiglia raccordi in ghisa sferoidale.



(figura 18)

<p>DERIVAZIONE CON BICCHIERE</p>  <p>Linea : dal DN110 al DN400 Derivazione : dal DN63 al DN315</p>	<p>DERIVAZIONE CON FLANGIA</p>  <p>Linea : dal DN110 al DN400 Derivazione : dal DN40 al DN400</p>
<p>DERIVAZIONE FILETTATA</p>  <p>Linea : dal DN110 al DN315 Derivazione : da 2" a 4"</p>	<p>RIDUZIONE</p>  <p>Dal DN110 al DN400</p>
<p>TAPPO</p>  <p>Dal DN110 al DN280</p>	<p>SISTEMA ANTISFILAMENTO</p>  <p>Dal DN110 al DN400</p>

(figura 19)





③ La progettazione

3.1

Il calcolo idraulico

Una delle formule maggiormente utilizzate per valutare la portata all'interno di una tubazione è la formula del moto uniforme di **Gauckler-Strickler**:

$$Q = A \cdot K_s \cdot R^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

(formula 2)

Dove:

Q	portata	[m ³ /s]
A	area interna del tubo	[m ²]
R	raggio idraulico	[m]
	per una condotta in pressione $R = \varnothing_i / 4$	
K_s	coefficiente di scabrezza	[m ^{1/3} /s]
i	pendenza della linea dell'energia (gradiente idraulico)	

Per Blu Power è possibile considerare un valore di scabrezza pari a **KS = 100 m^{1/3}/s**

Le perdite di carico di tipo concentrato possono essere valutate con la formula di **Darcy-Weisbach**:

$$\Delta H = k \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

(formula 3)

Dove:

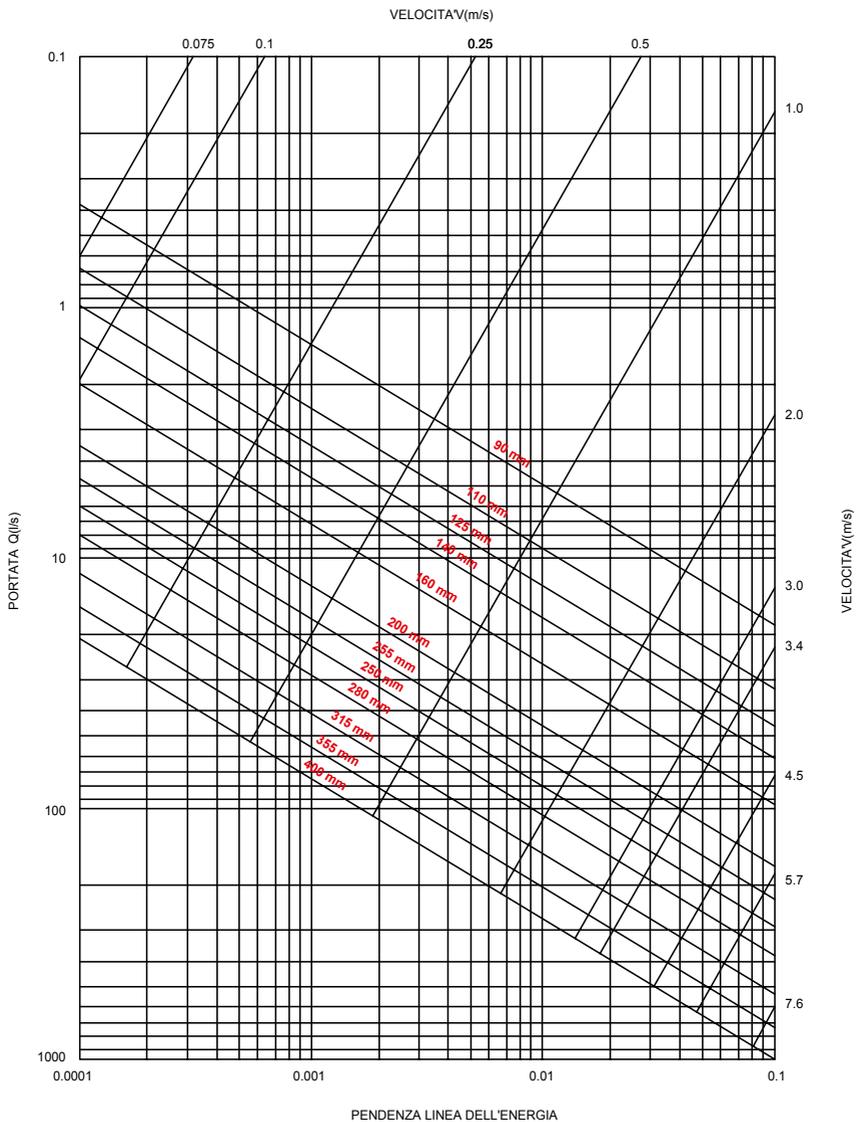
v	velocità media	[m/s]
g	accelerazione di gravità	[g = 9,81 m/s ²]
k	coefficiente di attrito globale	

Valori di K per le curve Blu Power;

Curva	K
11,25°	0,025
22,50°	0,05
45°	0,1
90°	0,2

Con il seguente abaco delle portate (v. fig.20) è possibile eseguire un rapido dimensionamento dei tubi NB: l'abaco non si riferisce ad una specifica classe di PN, sono stati considerati i diametri interni medi

ABACO DELLE PORTATE - UTILE PER IL PREDIMENSIONAMENTO DEI TUBI BLU POWER



(figura 20)

3.2 Gli ancoraggi

Nei sistemi di tubazioni in pressione, in corrispondenza della variazione della geometria (ad esempio curve, derivazioni e cambi di diametro), si generano delle forze che tendono a far separare gli elementi che compongono la tubazione stessa.

E' necessario pertanto verificare che tali forze vengano annullate dalla reazione del terreno circostante (se necessario con l'utilizzo di blocchi di ancoraggio) oppure mediante l'utilizzo di sistemi antisfilamento.

In questo paragrafo verrà trattato il tema del dimensionamento dei blocchi di ancoraggio.

La spinta F [Kg.] esercitata dalla pressione in corrispondenza della variazione della geometria della tubazione, può essere così calcolata:

$$F = K \cdot p \cdot S$$

(formula 4)

Dove:

- S area interna del tubo [m²]
- p pressione massima all'interno della tubazione [Kg./m²]
- K coefficiente che dipende dalla variazione di geometria

Raccordo	K
derivazione a T a 90°	1
curva a 90°	1,414
curva a 45°	0,765
curva a 22,5°	0,390
curva a 11,25°	0,196

La spinta F deve essere controbilanciata dalla forza che può offrire il terreno [Kgf] che può essere così calcolata:

$$B = S_1 \cdot \sigma_{amm}$$

(formula 5)

Dove:

- S₁ è la sezione di appoggio [cm²]
- σ_{amm} tensione ammissibile del terreno [Kg/cm²]

Nella seguente tabella vengono riportati alcuni valori della tensione ammissibile

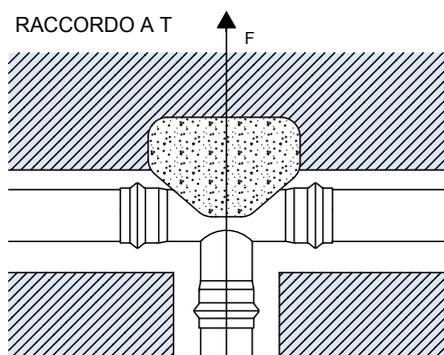
Terreno	[Kg/cm ²]
Limi o argille con acqua	0,2
Argille coerenti	1,5÷1
Argille e sabbie compatte e dure	1,5÷2,5
Terreni ghiaiosi e ciottolosi incoerenti	3÷4
Terreni stratificati, rocce tenere	5÷10
Rocce dure e graniti	>15

Impostando la seguente disequazione è possibile ricavare la sezione di appoggio minima S₁ e quindi ricavare le dimensioni del blocco di ancoraggio.

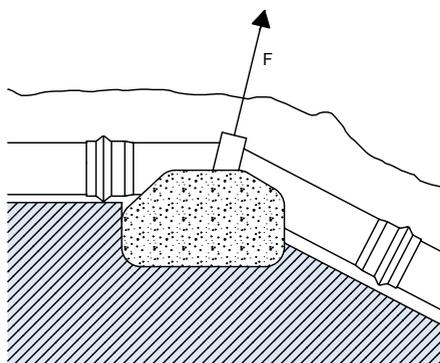
$$B \geq 1,5 \cdot F$$

(formula 6)

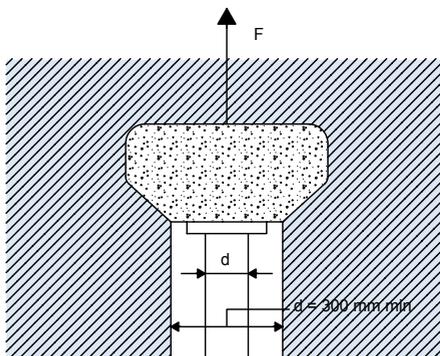
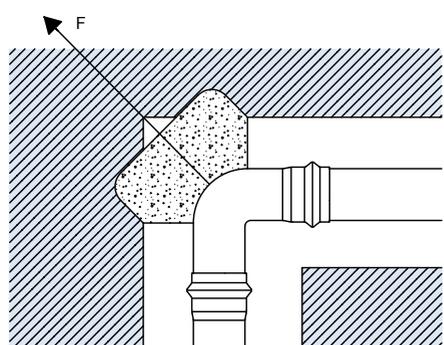
Esempi di realizzazione di blocchi di ancoraggio:



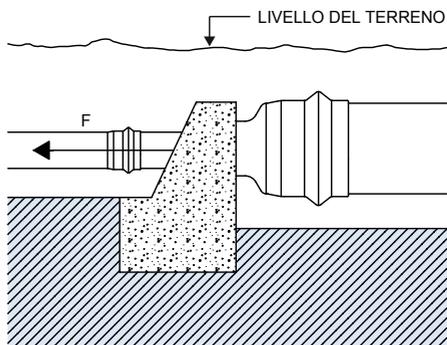
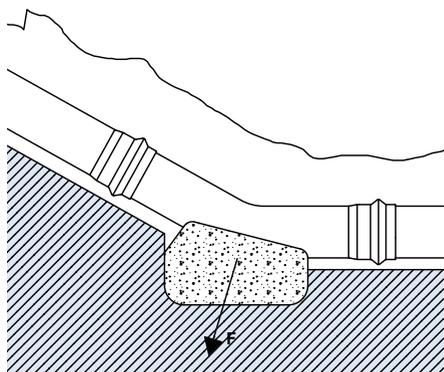
CURVA A 90°



ESTREMITA' CIECA



RIDUTTORE SEZIONE



(figura 21)

3.3 Il colpo d'ariete

Questo fenomeno è stato molto studiato perché è presente in tutte le condotte in pressione in cui il regime non sia costante nel tempo. È il nome attribuito ad un fenomeno secondo il quale le variazioni di funzionamento di un apparecchio nella rete, producono variazioni di portata e pressione che si propagano all'interno della condotta con una velocità che dipendono soltanto dalla compressibilità del liquido e dalla rigidità della tubazione.

La prima soluzione analitica del problema è quella di Michaud del 1878 che intuì il suo carattere oscillatorio. Lo studio avviene nel caso particolare di condotta alimentata da un serbatoio d'acqua in cui si trova una valvola. Il valore della sovrappressione, nel caso in cui la chiusura della valvola avvenga in tempi maggiori al tempo di fase (tempo in cui la perturbazione raggiunge il serbatoio e ritorna alla valvola), è:

Formula per chiusura lenta:

$$\Delta H = \frac{2 \cdot L \cdot v}{g \cdot T}$$

(formula 7)

Dove

ΔH	sovrappressione	[m]
L	distanza dalla valvola al serbatoio	[m]
v	velocità iniziale dell'acqua	[m/s]
g	accelerazione di gravità	[g = 9,81 m/s ²]
T	tempo di chiusura della valvola	[s]

Nel 1890 Joukowski completò il lavoro di Michaud, arrivando all'espressione:

Formula per chiusura istantanea:

$$\Delta H = \frac{a \cdot v}{g}$$

(formula 8)

Dove

ΔH	sovrappressione	[m]
v	velocità dell'acqua	[m/s]
a	celerità della perturbazione	[m/s]

La formula 8 sopra scritta si riferisce ad una chiusura istantanea della valvola ed è valida per un tempo di chiusura $T < 2L/a$ che è il tempo che impiega un'onda per percorrere in andata e ritorno la tubazione. Per $T = 2L/a$ la formula di Michaud coincide con quella di Joukowski. La prima rimane valida per tempi di chiusura $T > 2L/a$.

La celerità "a" dipende dalle caratteristiche del fluido trasportato e dalle caratteristiche della tubazione: diametro, spessore di parete e modulo elastico.

Nel caso di acqua trasportata da tubazioni Blu Power Crack Resistant, si suggeriscono i valori di celerità riportati nella seguente tabella:

Pressione nominale	Celerità per "a" tubazioni in PVC
4 atm	240 m/s
6 atm	295 m/s
10 atm	380 m/s
16 atm	475 m/s
20 atm	530 m/s
25 atm	595 m/s

Nel 1903 l'ingegner Allievi studiò il fenomeno del colpo d'ariete considerando l'ipotesi reale di chiusura lineare della valvola, cioè considerando che la chiusura della valvola varia linearmente la sezione di passaggio. La velocità di propagazione della perturbazione, secondo Allievi, è ricavabile dalla formula:

$$\frac{1}{a^2} = \frac{w}{g} \cdot \left(\frac{1}{\epsilon} + \frac{1}{E} \cdot \frac{D}{e} \right)$$

(formula 9)

Dove		
a	celerità di propagazione della perturbazione	[m/s]
w	peso specifico del liquido	[Kg/m ³]
ε	modulo di elasticità del liquido	[Kg/m ²]
E	modulo di elasticità della condotta	[Kg/m ²]
D	diametro del tubo	[m]
e	spessore di parete del tubo	[m]

Considerando il trasporto d'acqua e tubazioni in PVC la formula 9 diventa

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 33,33 \cdot \frac{D}{e}}}$$

(formula 10)

Allievi dimostra che il fenomeno del colpo d'ariete si può studiare una volta conosciuti due parametri che rappresentano le caratteristiche della tubazione e quelle della valvola. Per una manovra lenta cioè per $T > 2L/a$ si ritiene valida la formula di Michaud:

$$\Delta H = \frac{2 \cdot L \cdot v}{g \cdot T}$$

(formula 11)

mentre per $T < 2L/a$, allora vale la formula di Joukowski (formula 8)

Nelle condotte in cui è presente una pompa, esiste una formula per calcolare il tempo T intercorrente tra l'interruzione di funzionamento della pompa e l'annullamento della velocità di circolazione dell'acqua (formula di Mendiluce):

$$T = C + \frac{M \cdot L \cdot v}{g \cdot H_p}$$

(formula 12)

Dove		
T	tempo	[s]
L	lunghezza condotta	[m]
C	coefficiente che dipende dalla relazione tra la prevalenza della pompa e lunghezza della condotta	
M	è un coefficiente in funzione di L	
v	velocità dell'acqua	[m/s]
H _p	prevalenza della pompa	[m]
g	accelerazione di gravità	[g = 9,81 m/s ²]

Per il calcolo dei coefficienti C e M si possono utilizzare le seguenti tabelle

Per $L < aT/2$, sarà valida la formula di Michaud:

H_p/L %	10	20	25	30	35	40
C	1	1	0,8	0,5	0,4	0

L	250	500	1000	1500	2000
M	2	1,75	1,5	1,25	1,15

$$\Delta H = \frac{2 \cdot L \cdot v}{g \cdot T}$$

(formula 13)

mentre per $L > aT/2$, vale la formula di Allievi:

$$\Delta H = \frac{a \cdot v}{g}$$

(formula 8)

Quando si verifica quest'ultima condizione, in realtà si devono utilizzare tutte e due le formule perché esisterà un punto per cui è soddisfatta l'uguaglianza $L = aT/2$ e da quel punto in poi sarà valida l'equazione di Michaud.

3.4

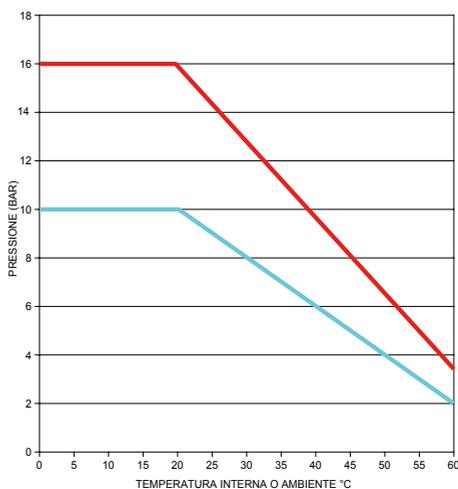
L'influenza della temperatura sulle prestazioni

Tutti i materiali plastici subiscono un decadimento delle resistenze se assoggettati ad alte temperature.

Anche Blu Power subirà un declassamento della pressione nominale in funzione delle temperatura di esercizio.

Il consiglio è quello di considerare un declassamento del 2% di pressione nominale per ogni grado in eccedenza rispetto al valore ottimale di 20° e comunque di non superare la temperatura massima di 60°

Decadimento PN in funzione della temperatura



(figura 22)

3.5**Resistenza alla corrosione
e resistenza chimica**

Blu Power resiste pressoché a tutti i tipi di corrosione: chimica ed elettrochimica presenti in natura. Non essendo Blu Power un buon conduttore esso non è sensibile a correnti vaganti di tipo galvanico o elettrochimico.

Non essendo poi un materiale metallico esso resiste perfettamente a tutte le corrosioni proprie dei metalli.

Quindi acque o terreni aggressivi per elevati contenuti di solfati o per bassa durezza dell'acqua trasportata non attaccano Blu Power. I tubi e raccordi Blu Power sono anche resistenti a molti tipi di acque industriali e a prodotti chimici, per cui consentono cospicui vantaggi in termini di più lunghi tempi di vita e di minori costi di manutenzione, con conseguente riduzione del costo totale sull'intero arco di vita della condotta.

Nelle tabelle seguenti sono riportate le resistenze di Blu Power ai vari agenti chimici, ricavate da "General Principles and Choise of Material".

Raccomandazioni nel trasporto di agenti chimici			
Chemical	Concentration	Rating at 20°C	
		Blu Power	Power Lock
Acetaldehyde	40% (w/v) soln.	+	+
	100% (w/v) soln.	0	0
Acetic acid	10% (w/v) soln.	+	+
	60% (w/v) soln.	+	0
	Glacial	0	+
Aceti anhydride	Technically pure	-	+
Acetone	Technically pure	-	+
	Up to 10% aqueous	-	0
Adipic acis	Staturated aqueous	+	+
Alcocholic spirits			
Aliphatic hydrocarbons		+	+
Aluminium chloride	10% aqueous	+	+
	Staturated	+	+
Aluminium fluoride		+	+
Aluminium hydroxide		+	+
Aluminium nitrate		+	+
Aluminium oxalate		+	+
Aluminium oxichloride		+	+
Aluminium potassium sulphate (alum)		+	+
Aluminium sulphate	10% aqueous	+	+
	Cold saturated aqueous	+	+
Ammonia	Gaseous technically pure	+	+
	Aqueous cold staturated	+	+
Ammonia solution (ammonium hydroxyde)	Aqueous 10%	+	+
	Aqueous Staturated	+	+
Ammonium carbonate	50% aqueous	+	+
Ammonium chloride	Aqueous 10%	+	+
	Aqueous cold saturated	+	+
Ammonium ferrous citrate		+	+
Ammonium fluoride	25%	-	+
Ammonium hydrogen difluoride		+	+
Ammonium metaphosphate		+	+
Ammonium nitrate	Aqueous 10%	+	+
	Aqueous staturated	+	+
Ammonium orthophosphate		+	+
Ammonium persuphate ++		+	+
Ammonium sulphate	10% aqueous	+	+
	Aqueous staturated	+	+
Ammonium thiocyanate		+	+
Ammonium zinc chloride			
Amyl acetato	technically pure	-	+
Amyl alcohol	Technically pure	-	+
Aniline	Technically pure	-	0
Aniline hydrochloride	Technically pure	+	0
Anthàquinone		+	-
Anthraquinone sulphonic acid		+	+
Antimony trichloride	90% aqueous	+	+
Aqua regia	Diluite	+	C
Arsenic acid	80% aqueous	+	-

+ Recommended
 - Not recommended
 0 Conditionally recommended
 C Consult Faraplan advisory service

Raccomandazioni nel trasporto di agenti chimici

Chemical	Concentration	Rating at 20°C	
		Blu Power	Power Lock
Aryl sulphonic acids		+	-
Barium carbonate		+	+
Barium chloride		+	+
Barium hydroxide	Aqueous saturated	+	+
Barium sulphate		+	+
Barium sulphite		+	+
Beer	Usualcommercial	+	+
Benzaldehyde	100% saturated aqueous	-	+
Benzene	Technically pure	-	C
Benzoic acid	All aqueous	+	+
Benzyl alcohol	Technically pure	0	0
Bismuth carbonate		+	+
Borax, see disodium tetraborate	All aqueous	+	+
Boric acid	All aqueous	+	+
Boron trifluoride			
Brine		+	+
Bromine Liquid		-	C
Bromomethane (methyl bromide)		-	-
Butadiene	Technically pure	+	C
Butane	Technically pure	+	C
Butanols	Technically pure	+	+
Butyl acetate	Technically pure	-	0
Butylphenols	Technically pure	+	C
Butyric acid	20% aq. soln.	-	-
Calcium carbonate		+	+
Calcium chlorate		+	+
Calcium chloride	Saturated aqueous all	+	+
Calcium hydrogen sulphite		+	+
Calcium hydroxide	Aqueous saturated	+	+
Calcium hypochloride	Cold saturated aqueous		
Calcium nitrate	50% aqueous	+	+
Calcium sulphate			
Calcium sulphite		-	-
Carbon dioxide (carbonic acid)	Technically pure anhydrous	+	+
	Technically pure moist	+	+
Carbon disulphide	Technically pure	-	C
Carbon monoxide	Technically pure	+	+
Carbon tetrachloride	Technically pure	-	-
Casein	Technically pure	+	+
Chloral hydrate	Technically pure	+	+
	10% aqueous	+	C
Chloric acid	20% aqueous	+	C
	10% dry	+	+
Chlorine, gas	100%	-	-
	10% moist	-	+
Chlorine water	Saturated	+	+
Chloroacetic acid mono	Technically pure	+	+
	50% aqueous	+	+
Chlorobenzene	Technically pure	-	-

Raccomandazioni nel trasporto di agenti chimici			
Chemical	Concentration	Rating at 20°C	
		Blu Power	Power Lock
Chloroethane (ethyl chloride)		-	-
Chloroform	Technically pure	-	-
Chloromethane (methyl chloride)	Technically pure	-	-
Chlorosulphonic acid	Technically pure	+	C
Chromic acid	Up to 50% aqueous	+	C
	All aqueous	+	C
Chromic potassium sulphate (chrome alum)	Aqueous 10%	+	+
Cider	Usual commercial	+	+
Citric acid	10% aqueous	+	+
Copper chloride		+	+
Copper cyanide		+	+
Copper fluoride		+	+
Copper nitrate		+	+
Copper sulphate		+	+
Cresols	Up to 90% aqueous	0	C
Crotonaldehyde	Technically pure	-	C
Cyclohexanol	Technically pure	-	-
Cyclohexan	Technically pure	+	+
Detergents(synthetic)	Diluted for used	+	+
Developpers (photographic)	Usual commercial	+	+
Dextrin	Usual commercial	+	C
Dextrose		+	+
Dibutyl phthalate	Technically pure	-	+
Dichlorobenzene	Technically pure	-	-
Dichlorodifluoromethane		+	+
Dichloroethane (ethylene dichloride)		-	-
Dichloroethylene	Technically pure	-	-
Dichloromethane (methylene chloride)		-	-
Diesel oil		-	-
Digol (diethylene glycol)		+	+
Dimethylamine	Technically pure	0	-
Dioctyl phthalate	Technically pure	-	0
Dioxane	Technically pure	-	+
Dodecanoic acid (lauric acid)		+	+
Dodecanol (lauryl alcohol)		+	+
Emulsifiers	All	+	+
Emulsion (photografic)		+	+
Ethane		+	+
Ethanediol (ethylene glycol)		+	+
Ethanol (ethyl alcohol)†	95% - 100%	+	-
	40% (v/v) aq. soln.	+	+
Ethers	Technically pure	-	-
Ethyl acetato	Technically pure	-	+
Ethyl alcohol	Technically pure 96%	+	+
Ethyl butyrate		-	-
Ethyl chloride	Technically pure	-	+
Ethyl formate	Technically pure	-	-

+ Recommended
 - Not recommended
 0 Conditionally recommended
 C Consult Faraplan advisory service

Raccomandazioni nel trasporto di agenti chimici			
Chemical	Concentration	Rating at 20°C	
		Blu Power	Power Lock
Ethyl lactate	Technically pure	-	-
Ethyl glycol	Technically pure	+	+
Ethyl oxide (oxiran)	Technically pure liquid	-	C
Fatty acid	Technically pure	+	+
Ferric chloride		+	+
Ferric nitrate		+	+
Ferric sulphate		+	+
Ferrous chloride		+	+
Ferrous sulphate		+	+
Fertilizer salt	Aqueous	+	+
Fixing soln. (photographic)		+	+
Flourine	Technically pure	0	C
Fluorosilicic acid	conc.	+	+
Formaldehyde	40% (w/w) aq. soln.	+	+
	3% aq. soln.	+	+
	10% aq. soln.	+	+
	25% aq. soln.	+	+
	50% aq. soln.	-	+
Fructose	100% aq. sol n .	-	-
		+	+
Fruit juice	Usual commercial	+	+
Furfuraldehyde (furfural)	Technically pure	-	-
Glucose		+	+
Glycerol		+	+
Glycol		+	+
Glycolic acid	37% Aqueous	+	0
Grape sugar		+	+
Heptane	Technically pure	+	-
Hexadecanol (cetyl alcohol)		-	-
Hydrobromic acid	50% (w/v) aq. soln.	+	+
Hydrochloric acid	5% aqueous	+	+
	10% aqueous	+	+
	Up to 30% aqueous	+	+
	36% aqueous	+	+
Hydrocyanic acid	10% (w/v) aq. soln.	+	+
	4% (w/v) aq. soln.	+	+
Hydrofluoric acid	40% (w/v) aq. soln.	+	C
	60% (w/v) aq. soln.	+	C
	conc.	C	C
Hydrogen	Technically pure	+	+
Hydrogen bromide	anhydrous	+	+
Hydrogen chloride	anhydrous	+	C
Hydrogen fluoride	anhydrous	+	-
Hydrogen peroxide	3% (w/v) aq. soln.	+	C
	10% (w/v) aq. soln.	+	C
	30% (w/v) aq. soln.	+	C
	90% (w/v) aq. soln.	+	C

Raccomandazioni nel trasporto di agenti chimici			
Chemical	Concentration	Rating at 20°C	
		Blu Power	Power Lock
Hydrogen sulphide		+	+
Hydroxylammonium sulphate		+	C
Hypochlorous acid		+	+
Iodine	soln. in potassio iodine	-	0
Iron salt	All aqueous	+	+
Isopropyl alcohol	Technically pure	+	+
Lactic acid	10% (w/v) aq. soln.	+	+
Lactic acid	100% (w/v) aq. soln.		
Lanolin	Technically pure	+	C
Lauric acid	Technically pure	+	C
Lauryl alcohol	Technically pure	+	+
Lead acetate		+	+
Lead arsenate		+	+
Lead nitrate		+	+
Lead tetraethyl		+	+
Linoleic acid		+	+
Linseed oil		+	C
Magnesium carbonate		+	+
Magnesium chloride		+	+
Magnesium hydroxide		+	+
Magnesium nitrate		+	+
Magnesium sulphate		+	+
Maleic acid	25% (w/w) aq. soln.	+	C
	50% (w/w) aq. soln.	+	C
	conc.	+	C
Maleic acid	1% Aqueous	+	C
Manganese sulphate		+	+
Mercuric chloride		+	+
Mercuric cyanide		+	+
Mercurous nitrate		+	+
Mercury		+	+
Metallic soaps (water soluble)		+	+
Metyl acetato	Technically pure	-	C
Metyl bromide	Technically pure	-	C
Metyl chloride	Technically pure	-	C
Metyl ethyl ketone	Technically pure	-	C
Metyl hydrogen sulphate	90% (w/w) aq. sol n.	+	+
Metyl sulphate		+	+
Methylated spirits		-	-
Methylcyclohexanone		-	-
Methylene chloride		-	C
Milk	Usual commercial	+	+
Mineral oils		+	+
milasses	Usual commercial	+	+
Monochlorobenzene		-	-
Naphtha		+	-
Naphthene	Technically pure	-	C
Nickel chloride	Cold saturated aqueous	+	+
Nickel nitrate	Technically pure aqueous	+	+

+ Recommended
 - Not recommended
 0 Conditionally recommended
 C Consult Faraplan advisory service

Raccomandazioni nel trasporto di agenti chimici			
Chemical	Concentration	Rating at 20°C	
		Blu Power	Power Lock
Nickel sulphate	Technically pure aqueous	+	+
Nicotonic acid		+	+
Nitric acid	5% (w/w) aq. soln.	+	+
	10% (w/w) aq. soln.	+	+
	25% (w/w) aq. soln.	+	+
	50% (w/w) aq. soln.	-	C
	70% (w/w) aq. soln.	-	C
	95% (w/w) aq. soln.	-	C
Nitrobenzene	Technically pure	-	C
Nitropropane	Technically pure	-	C
Nitrous fumes	Low, wet & dry	+	+
Octane		+	+
Oleic acid	Technically pure	+	0
Orthophosphoric acid	20% aq. sol n.	+	+
	30% aq. soln.	+	+
	50% aq. soln.	+	+
	95% aq. soln.	+	-
Oxalic acid	Cold saturated aqueous	+	+
Oxygen	All	+	+
Ozone	Up to 2% air	+	+
	Cld saturated aqueous	+	+
Palm oil		+	C
Palmitic acid	10%	+	C
Paraffin oil		+	C
Pentane		+	+
Perchloric acid	10%	+	C
	70%	0	C
Petroleum		+	C
Petroleum spirit		+	C
Phenol		-	-
Phenylcarbinol	Technically pure	-	-
Phenylhydrazine	Technically pure	-	-
Phenylhydrazine hydrochloride	Aqueous	+	+
	Gas	+	C
Phosgene	Liquid	-	C
		+	+
Phosphates		+	+
Phosphine	Up to 30% aqueous	+	C
	50% aqueous	+	C
	85% aqueous	+	C
Phosohorus pentoxide	Technically pure	+	+
Phosohorus trichloride		-	-
Picric acid	1% (w/w) aq. soln.	-	-
Polyglycol ethers		+	+
Potassium acid sulphate		+	+
Potassium antimonate		+	+
Potassium bicarbonate		+	+
Potassium bichromate		+	+
Potassium bisulphate		+	+

Raccomandazioni nel trasporto di agenti chimici			
Chemical	Concentration	Rating at 20°C	
		Blu Power	Power Lock
Potassium borate		+	+
Potassium bromate	Col saturated aqueous	+	+
Potassium bromide	All aqueous	+	+
Potassium carbonate		+	+
Potassium chlorate		+	+
Potassium chloride	All aqueous	+	+
Potassium chromate	Col saturated aqueous	+	+
Potassium cuprocyanide		+	+
Potassium cyanide	Col saturated aqueous	+	+
Potassium dichromate		+	+
Potassium ferricyanide		+	+
Potassium ferrocyanide		+	+
Potassium fluoride		+	+
Potassium hydrogen carbo		+	+
Potassium hydrogen sulph		+	+
Potassium hydrogen sulphit		+	+
Potassium hydroxide	1% (w/w) aq. soln.	+	+
	10% (w/w) aq. soln	+	+
	conc soln.	+	+
Potassium hypochloride		+	+
Potassium nitrate	50% aqueous	+	+
Potassium orthophosphate		+	+
Potassium perborate		+	+
Potassium perchlorate	10% soln.	+	+
Potassium permanganate	10% soln.	+	+
	conc soln.	+	+
		+	+
Potassium sulphate	All aqueous	+	+
Potassium sulphitde		+	+
Potassium thiosulphate		+	+
Propane	Technically pure liquid	+	C
	Technically pure gas	+	C
Propylene oxide	Technically pure		
Quinol		+	+
Ramasit	usual commercial	+	+
Salicylic acid		+	+
Sea water		+	+
Selenic acid		+	+
Silver acetate		+	+
Silver cyanide	All aqueous	+	+
Silver nitrate		+	+
Soap solution (aqueous)		+	+
Sodium acetate		+	+
Sodium aluminat		+	+
Sodium antimonate		+	+
Sodium benzoate	Cold saturated aqueous	+	+
Sodium bicarbonate	Cold saturated aqueous	+	+
Sodium bisulphate	10% aqueous	+	+
Sodium bisulphite	All aqueous	+	+
Sodium borate			

- + Recommended
- Not recommended
- 0 Conditionally recommended
- C Consult Faraplan advisory service

Raccomandazioni nel trasporto di agenti chimici

Chemical	Concentration	Rating at 20°C	
		Blu Power	Power Lock
Sodium bromide	All aqueous	+	+
Sodium carbonate	Cold saturated aqueous		
Sodium chlorate	All aqueous	+	+
Sodium chloride	All aqueous	+	+
Sodium cyanide		+	+
Sodium ferricyanide		+	+
Sodium ferrocyanide		+	+
Sodium fluoride	Cold saturated aqueous	+	+
Sodium hydrogen carbonate		+	+
<i>di</i> Sodium hydrogen orthophosphate		+	+
Sodium hydrogen sulphate		+	+
Sodium hydrogen sulphite		+	+
Sodium hydroxide	1% (w/w) aq. soln.	+	+
	10% (w/w) aq. soln.	+	+
	40% (w/w) aq. soln.	+	+
Sodium hydroxide continued	conc soln.	+	+
Sodium hypochloride	15% available chlorine	+	+
Sodium hyposulphate		+	+
Sodium metaphosphate		-	-
Sodium nitrate	Cold saturated aqueous		
Sodium nitrite	Cold saturated aqueous		
<i>tri</i> Sodium orthophosphate		-	-
Sodium perborate		-	-
Sodium peroxide		-	-
Sodium silicate	All aqueous	+	+
Sodium sulphate	Cold saturated aqueous	+	+
Sodium thiosulphate	Cold saturated aqueous	+	+
Soft soap		+	+
Stannic chloride	chloride	+	+
Stannous chloride		+	+
Starch	Usual commercial	+	C
Stearic acid		+	C
Sucrose		+	+
Sulphur	colloidal	+	+
	dry	+	+
	moist	-	-
Sulphur dioxide	liquid	-	-
Sulphur trioxide		+	+
Sulphuric acid	10% (w/w) aq. soln.	+	+
	20% (w/w) aq. soln.	+	+
	30% (w/w) aq. soln.	+	+
Sulphuric acid	40% (w/w) aq. soln.	+	+
	50% (w/w) aq. soln.	+	+
	55% (w/w) aq. soln.	+	+
	60% (w/w) aq. soln.	+	+
	70% (w/w) aq. soln.	+	+
	80% (w/w) aq. soln.	-	-
	95% (w/w) aq. soln.	-	-

- + Recommended
- Not recommended
- 0 Conditionally recommended
- C Consult Faraplan advisory service

Raccomandazioni nel trasporto di agenti chimici			
Chemical	Concentration	Rating at 20°C	
		Blu Power	Power Lock
Sulphurous acid	10% aq. soln.	+	C
	30% aq. soln.	+	C
Surface active agents	all	+	+
Tallow	Technically pure	+	C
Tannic acid	All aqueous	+	+
Tranning extracts	Usual	+	+
Tartaric acid	All aqueous	+	C
Tetraethyl lead	Technically pure	+	+
Tetrahydrofuran	Technically pure	-	-
Tetrahydronaphtalene (tetralin)	Technically pure	-	-
Thionyl chloride	Technically pure	-	C
Toluene	Technically pure	-	C
Transphormer oil	Technically pure	+	+
Tributyl phosphate	Technically pure	-	-
Thionyl chloride	Technically pure	-	C
Trichloroacetic acid	Technically pure	0	0
	50% aqueous	+	0
Trichlorobenzene		-	-
Trichloroethane		-	-
Trichloroethylene		-	-
Triethanolamine		+	-
Trigol		+	+
Trimethylamine		-	-
Trimethylol propane		+	+
Trisodium phosphate		+	+
Turpentine	Technically pure	-	-
Urea	Up to 30% aqueous	+	+
Vegetable oils	Usual commercial	+	-
Vinegar		+	+
Vinyl acetate monomer		-	-
Vinyl acetate polimer		+	+
Water	Condensed	+	+
Water	Distilled deionised	+	+
Water	Drynking	+	+
Water	Waste without organic solvent	+	+
Wetting agents	Up to 5% aqueous	+	+
Wines and spirits	Usual commercial	+	+
Xylene	Technically pure	-	C
Xylenol		-	C
Zinc salt		+	+



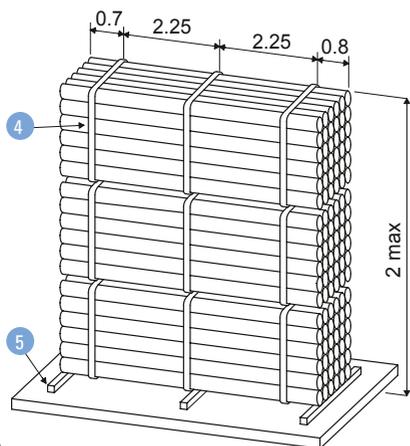


④ Guida all'installazione

4.1 Lo stoccaggio

I tubi Blu Power dovrebbero essere accatastati su una superficie sufficientemente piana e libera da oggetti aguzzi, sassi o sporgenze per evitare deformazioni o danni ai tubi.

Nei depositi o magazzini, i fasci di tubi dovrebbero essere accatastati in non più di tre unità o 2 m d'altezza, qualsiasi sia il minore.

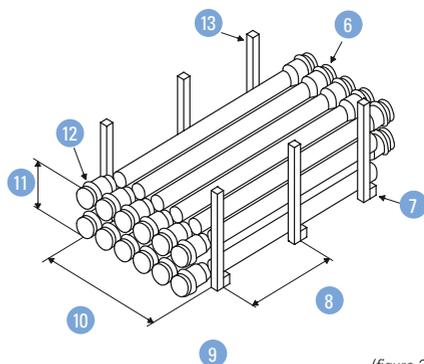


Dove:

- 4 assi di legno
- 5 assi di supporto aggiuntivi

(figura 23)

I fasci sono incastellati in legno, essi dovrebbero essere accatastati legno su legno. Tubi sciolti accatastati nei depositi o magazzini non dovrebbero eccedere sette strati in altezza con un'altezza massima di 1,5 m. La larghezza dello strato inferiore non deve eccedere i 3 m. Il metodo di accatastamento dovrebbe assicurare che ci sia un supporto uniforme lungo il tubo (per esempio i tubi con il codolo ed il bicchiere dovrebbero essere posti con il bicchiere sporgente ad estremità alternate nelle cataste).



(figura 24)

Dove:

- 6 bicchieri protetti dai tappi per esposizioni prolungate al sole
- 7 robuste travi portanti
- 8 interasse massimo 1,5 m
- 9 tubi maggiormente rigidi accatastati in basso
- 10 larghezza massima 3 m
- 11 catasta massima con un massimo di 7 strati oppure 1,5 m
- 12 bicchieri ad estremità alternate

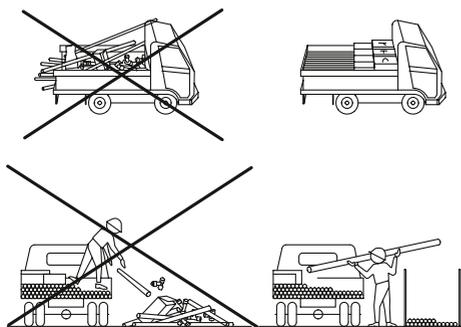
Esposizioni prolungate ad intensi raggi ultravioletti (luce solare) possono ridurre leggermente la resistenza all'impatto dei tubi Blu Power e causare scolorazione. Nondimeno, la resistenza alla pressione interna dell'acqua non è ridotta. È raccomandata una protezione adatta con una copertura opaca con sfoghi liberi (tela o foglia di polietilene) se il tempo previsto di stoccaggio in esposizione eccede i 12 mesi.

I tubi dovrebbero essere stoccati lontano da ogni sorgente di calore e non dovrebbe essere in contatto con ogni altro potenziale pericolo come gasolio, vernici o solventi.

4.2 La movimentazione

I tubi Blu Power sono leggeri, robusti, resistenti agli urti e facili da trasportare. Si consiglia comunque di rispettare le seguenti raccomandazioni.

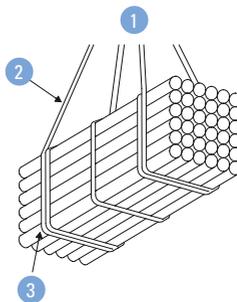
Quando i tubi devono essere movimentati individualmente essi dovrebbero essere rimossi, spostati e trasportati in maniera controllata e non dovrebbero essere mai lanciati, gettati o trascinati.



(figura 25)

Tubi singoli sino alla dimensione nominale di 315 mm possono essere maneggiati da due persone senza difficoltà. Tubi con dimensioni nominali maggiori possono richiedere un'apparecchiatura di trasporto, così anche per i fasci.

Lo scarico di fasci di tubi richiede l'utilizzo di un'attrezzatura meccanica appropriata. La tecnica scelta non dovrebbe causare danni ai tubi, per esempio carrello sollevatore a forche piatte protette o gru adatte con barre estendibili. I tubi non dovrebbero mai essere trasportati utilizzando cavi metallici e imbracature o ganci metallici e catene. Le imbracature dovrebbero essere non metalliche, per esempio corde o reti.



(figura 26)

Dove:

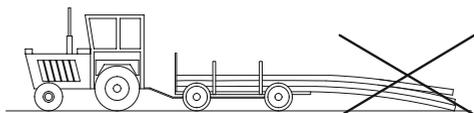
- 1 spostamento di imballi di fasci con la gru
- 2 nastro non metallico a banda larga
- 3 nastri posizionati all'esterno di degli assi di legno

Quando si trasportano i tubi si dovrebbero utilizzare veicoli a pianale piatto. Il piano deve essere senza chiodi ed altre sporgenze. Quando praticabile i tubi dovrebbero giacere sul veicolo uniformemente su tutta la loro lunghezza.

I veicoli dovrebbero avere appropriati supporti laterali spazati circa 2 m uno dall'altro ed i tubi dovrebbero essere efficacemente fissati durante il trasporto. Tutti i pilastri dovrebbero essere piatti senza orli taglienti.

I tubi dovrebbero essere accatastati sul veicolo in maniera tale che i bicchieri non siano caricati di eccessivi pesi.

Quando i tubi sporgono dal veicolo, l'ammontare della sporgenza non deve essere maggiore di 1 m.



(figura 27)

I tubi ad alta rigidità dovrebbero essere posti sul fondo del carico ed i tubi a minor rigidità di sopra.

4.3

La posa in opera

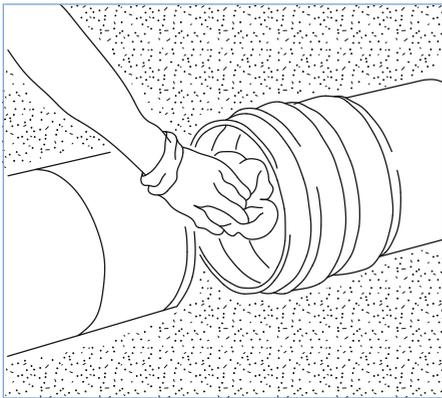
L'assemblaggio delle tubazioni:

Prima di infilare le tubazioni è importante pulire il bicchiere con uno straccio. Questa operazione risulta quasi superflua per Blu Power poiché la barra è tappata su entrambi i lati.

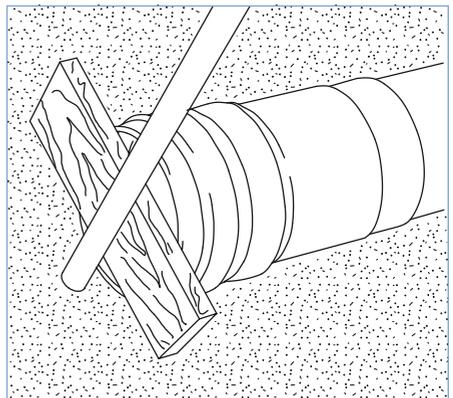
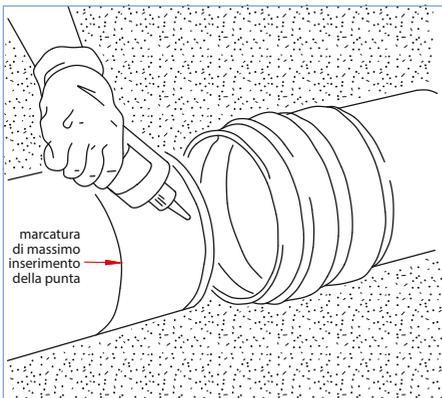
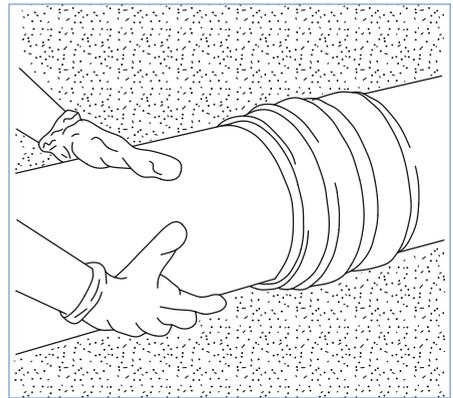
L'inserimento del tubo in genere viene effettuato per mezzo di semplici leve o tira-tubi.

L'inserimento tramite leve è utile di solito sino al DN250. Per evitare di danneggiare il bicchiere si consiglia l'utilizzo di una tavoletta di legno.

La spinta sarà applicata in maniera costante e progressiva fino a quando la marcatura di massimo inserimento della punta non andrà a coincidere con l'imboccatura del bicchiere.

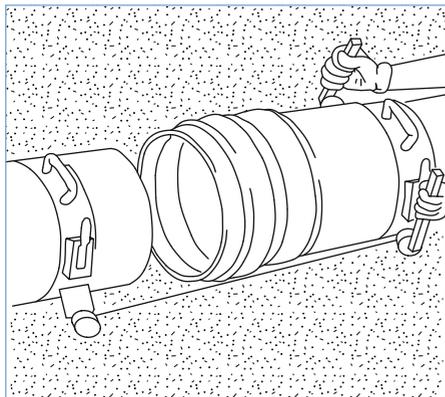


Il codolo deve essere trattato con apposito lubrificante a base acquosa



(figura 28)

L'inserimento tramite tira-tubi si utilizza per diametri superiori al DN250 mm e risulta particolarmente utile per l'inserimento di curve.



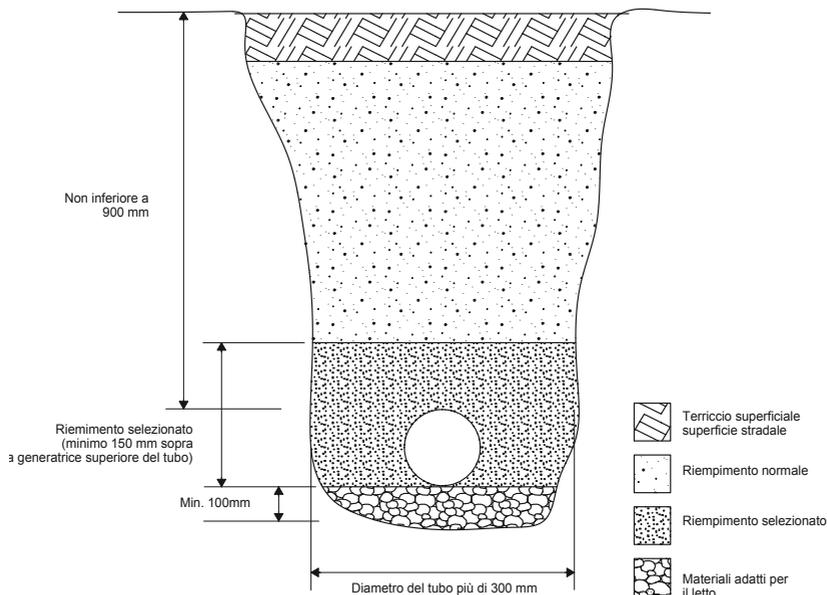
(figura 29)

L'inserimento mediante l'utilizzo di uno scavatore deve avvenire con grande cautela per non correre il rischio di danneggiare il bicchiere. Molto utile risulta in questo caso **la marcatura di massimo inserimento di cui è fornito Blu Power**. E' importante che un operatore vigili sull'inserimento mentre lo scavatore spinge.

La sezione di posa:

Nella seguente figura viene riportata la sezione di posa raccomandata:

L'ampiezza dello scavo dipende dal tipo di terreno e dalla profondità dello scavo.



(figura 30)

Posa diretta sul fondo della trincea:

Qualora il fondo della trincea sia composto da terreno stabile e privo di blocchi, pietre, sassi o rocce o altro materiale che possa danneggiare il tubo, quest'ultimo può essere posato direttamente sul fondo della trincea che deve essere livellato, al fine di offrire un supporto uniforme alla tubazione. In corrispondenza dei bicchieri si dovrà provvedere ad uno scavo supplementare per l'alloggio del bicchiere

Posa diretta su di un letto:

Qualora il fondo della trincea non fosse adatto alla posa dei tubi, è necessario incrementare la profondità dello scavo di altri 100 mm. Questo strato verrà riempito con materiale arido (sabbia o ghiaio) seguendo le indicazioni della norma ENV1046.

Rinfianco:

Il materiale adatto al rinfianco della tubazione deve essere costipabile, sono preferibili materiali aridi ma privi di "pezzature pericolose". Sono sempre preferibili sabbia di grossa pezzatura o ghiaio (ENV 1046).

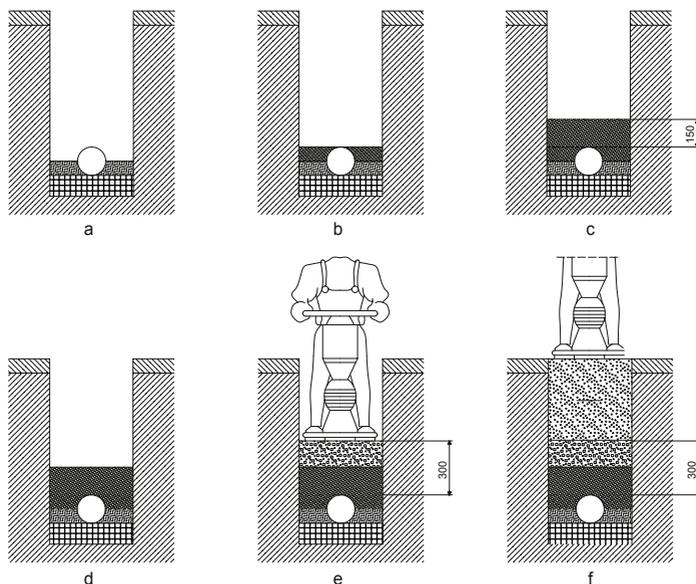
Il materiale di rinfianco deve essere costipato facendo attenzione a non danneggiare la tubazione.

Riempimento dello scavo:

I primi 150 mm al di sopra della tubazione devono essere riempiti utilizzando lo stesso materiale selezionato utilizzato per il rinfianco.

Il rimanente riempimento dello scavo può avvenire con il materiale di risulta dello scavo purché valutato idoneo alle finalità dell'opera.

Nel caso di strade è importante che il materiale sia compatto, perciò non sono adatti terreni coesivi. Si riportano nella seguente figura le fasi di riempimento:



(figura 31)

Dove:

- a rinfiaccio fino a metà del diametro del tubo compattato con i piedi
- b riempimento sino alla parte superiore del tubo compattato con i piedi
- c riempimento con uno strato di 150 mm compattato con macchina, ma non sopra il tubo
- d il rinfiaccio ed il rinterro può essere fatto anche in un unico passaggio, purché il materiale sia in grado di scorrere al di sotto della tubazione (sabbio o ghiaio)
- e il materiale "come scavato" per la rimanenza del rinterro può essere messo e compattato a strati di massimo 250 mm, ma non compattati sopra il tubo fino a che non siano stati messi 300 mm
- f la rimanente parte del rinterro può essere messo e compattato in funzione del grado di stabilità che si vuole ottenere in superficie

I tubi non dovrebbero mai essere inglobati nel calcestruzzo. L'inglobamento nel calcestruzzo trasforma un tubo flessibile in una struttura rigida senza resistenza alla flessione, che facilmente si frattura nel caso di assestamenti o altri movimenti del terreno. Nel caso di grandi carichi statici e/o sovraccarichi, è importante utilizzare tubi di una rigidità appropriata per assicurare che la deformazione iniziale del tubo sia mantenuta nel limite massimo del 5%.

La deformazione a lungo termine è influenzata dal funzionamento del sistema. Sistemi soggetti in maniera continua alla pressione interna dell'acqua si deformano meno di quelli lasciati per lunghi periodi di tempo a pressione zero.

La profondità minima raccomandata della copertura per tubi d'acqua interrati è 0,9 m. Tubi che sono locati sotto aree con traffico pesante, dove la profondità minima di 0,9 m non può essere mantenuta, richiedono protezioni aggiuntive. In tali circostanze ci si dovrebbe eseguire una verifica statica da un tecnico specializzato.

Benché non sia essenziale, è buona pratica posare i tubi con il codolo inserito nella stessa direzione prevista del flusso dell'acqua.

4.4

La rigidità anulare

Anche per una tubazione destinata al trasporto di fluidi in pressione può essere importante resistere allo schiacciamento dei carichi esterni, soprattutto per quelle tubazioni che per alcuni periodi possono essere caratterizzate da pressione interna nulla.

La grandezza di riferimento è la Rigidità Anulare SN [KN/m²].

La rigidità anulare SN di una tubazione a parete compatta può essere calcolata con la seguente formula:

$$SN = E \frac{e^3}{12(\varnothing - e)^3}$$

(formula 14)

Dove :

- e spessore del tubo
- ∅ : diametro esterno del tubo
- E : modulo elastico del materiale, per il PVC-A pari a 2.500 MPa

Per Blu Power, vale la seguente tabella di corrispondenza:

TUBI IN PVC-A BS PAS / Specifica tecnica 1.1/19	
PN (bar)	SN (KN/m ²)
10	5
16	20

La scelta della corretta Rigidità anulare può essere fatta considerando le indicazioni della ENV1046:

Rigidità anulare minima raccomandata per aree senza traffico							
Valori in newton per metro quadrato							
Gruppo di materiale di rinterro ³⁾	Classe di compattazione ²⁾	Rigidità del tubo ¹⁾					
		Per spessore di ricopertura ≥ 1 m e ≤ 3 m					
		Gruppo di suolo naturale non disturbato ³⁾					
		1	2	3	4	5	6
1	W	1 250	1 250	2 000	2 000	4 000	5 000
	M	1 250	2 000	2 000	4 000	5 000	6 300
	N	2 000	2 000	2 000	4 000	8 000	10 000
2	W		2 000	2 000	4 000	5 000	5 000
	M		2 000	4 000	5 000	6 300	6 300
	N		4 000	6 300	8 000	8 000	**)
3	W			4 000	6 300	8 000	8 000
	M			6 300	8 000	10 000	**)
	N			**)	**)	**)	**)
4	W				6 300	8 000	8 000
	M				**)	**)	**)
	N				**)	**)	**)
Per spessore di ricopertura > 3 m e ≤ 6 m							
1	W	2 000	2 000	2 500	4 000	5 000	6 300
	M	2 000	4 000	4 000	5 000	6 300	8 000
2	W		4 000	4 000	5 000	8 000	8 000
	M		5 000	5 000	8 000	10 000	**)
3	W			6 300	8 000	10 000	**)
	M			**)	**)	**)	**)
1	W				**)	**)	**)
	M				**)	**)	**)

Rigidità anulare minima raccomandata per aree con traffico

Valori in newton per metro quadrato

Gruppo di materiale di rinterro ³⁾	Classe di compattazione ²⁾	Rigidità del tubo ¹⁾					
		Per spessore di ricopertura ≥ 1 m e ≤ 3 m					
		Gruppo di suolo naturale non disturbato ³⁾					
		1	2	3	4	5	6
1	W	4000	4000	6300	8000	10000	**)
2	W		6300	8000	10000	**)	**)
3	W			10000	**)	**)	**)
4	W				**)	**)	**)
Per spessore di ricopertura >3 m e ≤ 6 m							
1	W	2000	2000	2500	4000	5000	6300
2	W		4000	4000	5000	8000	8000
3	W			6300	8000	10000	**)
1	W				**)	**)	**)

1) Rigidità anulare specifica, S, determinata secondo le norme di sistema pertinenti.

2) Vedere tabella a pg.58

3) Vedere tabella a pg.56 e 57

**)) È necessario il progetto strutturale per determinare i dettagli della trincea e la rigidità anulare del tubo.

Nota 1 Se un tubo di una data rigidità anulare è destinato ad essere utilizzato in condizioni di carico più severe (quelle originariamente previste), ciò può essere ottenuto usando una classe superiore di installazione. È essenziale che questo sia verificato da un progetto strutturale.

Nota 2 Si richiama l'attenzione sulle limitazioni che possono applicarsi a causa della pressione negativa in servizio e dai requisiti di compattazione meccanica durante l'installazione per tubi con rigidità fino a SN 2500.

Nota 3 In caso di condizioni di carico combinato (come il carico del terreno più la pressione interna) dovrebbero essere prese speciali considerazioni e possibili precauzioni.

Gruppi di terreno						
Gruppo di terreno	Tipo di terreno					Da utilizzarsi come terreno di rinterro
	#	Nome tipico	Simbolo	Tratti caratteristici	Esempio/i	
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, mescole di ghiaia e sabbia	[GW]	Linea di granulazione continua, pezzatura a più zone		
		Mescole di ghiaia e sabbia poco vagliata	(GI) [GP]	Linea di granulazione a scalini, una o più zone di pezzatura assenti		
	2	Sabbia di unica dimensione	(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, mescole di ghiaia e sabbia	[SW]	Linea di granulazione continua, pezzatura a più zone	Sabbia morenica, sabbia da terrapieni, sabbia da spiaggia	
		Mescole di ghiaia e sabbia poco vagliata	(SI) [SP]	Linea di granulazione a scalini, una o più zone di pezzatura assenti		
Granulare	3	Ghiaia con limo, mescole poco vagliate 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, miscele poco vagliate di ghiaia, limo e sabbia	(GC) (GT)	Linea di granulazione larga/intermittente con argilla finemente granulata		
		Sabbia con limo, mescole poco vagliate di sabbia e limo	(SM) (SU)	Linea di granulazione larga/intermittente con argilla finemente granulata	Sabbia liquida, terriccio, sabbia 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	

Gruppi di terreno						
Gruppo di terreno	Tipo di terreno					Da utilizzarsi come terreno di rinterro
	#	Nome tipico	Simbolo	Tratti caratteristici	Esempio/i	
Coesivo	4	Limo inorganico, sabbia molto fine, farina di roccia, sabbia fine con limo o argilla	[ML] (UL)	Poca stabilità, reazione rapida, da poca a niente plasticità	Loess, terriccio	Sì
		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 mescole di humus e calcare	[OK]	Mescole 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 mescole organiche	[OH] (OT)	Alta stabilità, senza reazione, plasticità da media ad alta	Fango, terriccio	
	6	Torba, altri terreni altamente organici	[Pt] (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	

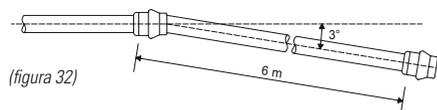
Terminologia delle classi di consolidamento				
Descrizione	Grado di consolidamento			
Proctor standard ¹⁾	≤80	da 81 a 90	da 91 a 94	da 95 a 100
Conto dei colpi	da 0 a 10	da 11 a 30	da 31 a 50	>50
Gradi di consolidamento attesi ottenuti dalle classi di compattazione nella presente norma sperimentale	NO (N)			
		MODERATO (M)		
			BUONO (W)	
Terreno granulare	sciolto	mediamente denso	denso	molto denso
Terreno coesivo e organico	morbido	fermo	rigido	duro

1) Determinato in conformità alla DIN 18127.

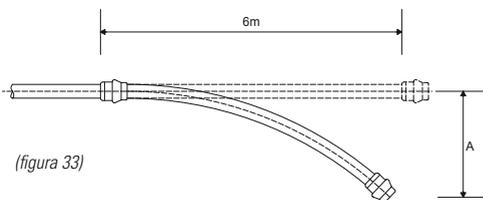
Nota Il prospetto A.2 intende essere un aiuto per l'interpretazione delle descrizioni utilizzate in varie fonti nei termini utilizzati per gradi di consolidamento nella presente norma sperimentale.

4.5 La flessibilità di Blu Power

Con Blu Power è possibile realizzare curve di ampio raggio, sfruttando la garanzia di tenuta del sistema di giunzione anche per deflessioni angolari sino a 3°



e la flessibilità del tubo.



Massima curvatura ammissibile:

ND (mm)	A (m)
90	1,30
110	1,10
160	0,75
200	0,60

4.6 La dilatazione termica

Come per tutti i materiali, anche Blu Power si espande e si ritira in funzione della temperatura. Il coefficiente di dilatazione termica vale:

$$\alpha = 7 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

(formula 15)

Quando si installano tubi Blu Power che possono essere sottoposti a variazioni di temperatura, bisogna tenere conto delle possibili espansioni o contrazioni.

Le variazioni di lunghezza possono essere valutate con la seguente formula:

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta T$$

(formula 16)

Dove:

ΔL variazioni di lunghezza [mm]

α coefficiente di dilatazione termica

L lunghezza originale del tubo [mm]

ΔT variazione di temperatura [°C]

Normalmente le dilatazioni vengono assorbite dai bicchieri senza l'ausilio di pezzi speciali.





⑤ Il collaudo

5.1

Premessa

Per verificare il corretto funzionamento di una condotta destinata al trasporto di fluidi in pressione è necessario eseguire un test di tenuta mediante pressione idrostatica. Esistono vari metodi per testare una condotta, in questo capitolo ne vengono presentati tre, particolarmente adatti alle condotte in PVC-A che, come tutte le resine, risentono del comportamento visco-elastico.

5.2

Generalità

Una condotta deve essere verificata per tutta la sua lunghezza, molto spesso per semplicità viene verificata a tratti la cui lunghezza deve essere scelta in modo ragionevole tenendo in considerazione: le condizioni generali del cantiere e la disponibilità d'acqua. Le parti terminali della condotta vanno chiuse con flange cieche, tenendo in considerazione le spinte che verranno generate dalla pressione idrostatica e prevedendo opportuni sistemi di reazione. La pressione di prova deve essere scelta considerando l'elemento della condotta caratterizzato dalla pressione nominale più bassa.

È consigliabile cercare di mantenere la temperatura il più costante possibile durante l'esecuzione della prova, la temperatura ottimale dell'acqua è 12-15°C.

Utilizzare strumenti di misura di adeguata sensibilità e in grado di registrare l'andamento della pressione nel tempo (manometri con disco di registrazione ad esempio). La prova va eseguita con la condotta piena d'acqua. La presenza di aria, a causa della comprimibilità di quest'ultima,

è in grado di falsare la prova, perciò è necessario predisporre sistemi in grado di eliminare l'aria.

Per questo motivo l'acqua deve essere iniettata nel punto più basso, mentre nei punti alti devono essere posizionati gli sfati.

Il manometro deve essere posizionato nella posizione più bassa, dove la pressione idrostatica è maggiore. Dopo aver riempito la condotta d'acqua, prima di iniziare con il metodo di collaudo, è necessario mantenere la condotta alla pressione nominale, per fare in modo che avvengano i primi assestamenti. Questa fase preparatoria deve durare fino alla stabilizzazione della pressione, e può durare dalle 2 alle 24 ore.

La pressione di prova deve essere scelta dalla Direzione dei Lavori, e può essere scelta tra 1,5 volte la pressione di esercizio o 1,5 volte la pressione nominale dell'elemento più debole della condotta.

5.3

Metodo 1: metodo del rabbocco

Questo metodo si divide in due fasi: la fase preliminare e la fase definitiva.

Il metodo prevede che la condotta venga portata alla pressione di collaudo e isolata dalla pompa.

La pressione viene lasciata libera di decrescere per il periodo di un'ora per la prova preliminare, e successivamente per un periodo di 24 ore per la prova definitiva.

Prova preliminare: dopo un'ora si misura il quantitativo di acqua necessaria per ripristinare la pressione di prova. Il test avrà dato esito positivo se dopo un'ora la quantità (Q) di acqua necessaria a ripristinare la pressione non eccede i 3 litri per ogni 25 mm di diametro interno per chilometro di lunghezza della tratta in prova, e per ogni 3 bar di pressione.

$$Q [l] = 3[l] \cdot \frac{\varnothing_i [mm]}{25[mm]} \cdot \frac{L[m]}{1.000[m]} \cdot \frac{1,5 \cdot PN[bar]}{3[bar]} \cdot \frac{1[ora]}{24[ore]}$$

(formula 17)

Prova definitiva:

nel caso di esito positivo della prova preliminare, si passa alla prova definitiva della durata di 24 ore. Trascorso tale tempo il quantitativo di acqua necessario per ristabilire la pressione di prova non dovrà superare il quantitativo d'acqua ottenuto con la precedente formula riferita a 24 ore.

Le aggiunte d'acqua vanno a compensare l'espansione per scorrimento (creep), nonché le minime quantità di aria rimaste intrappolate nel sistema. Quindi non vanno registrate come perdite.

5.4

Metodo 2: norma UNI EN 805

Questo metodo si riferisce alla norma UNI EN 805 "Approvvigionamento di acqua – Requisiti per sistemi e componenti all'esterno di edifici" e si divide in tre fasi:

1. fase preliminare
2. prova di perdita di carico integrata
3. prova principale

1. Fase preliminare

Durante la fase preliminare, come previsto in tutti i sistemi, la condotta viene sciacquata, sfiatata (eliminazione di eventuali bolle d'aria), riempita di acqua a pressione atmosferica. Segue un periodo di riposo di 60 minuti. Poi si aumentata rapidamente la pressione (in meno di 10 minuti) fino alla pressione di collaudo e la si mantiene per 30 minuti mediante pompaggio continuo. Durante questo periodo si controlla la condotta alla ricerca di eventuali perdite evidenti.

Al termine dei 30 minuti si interrompe il pompaggio per 1 ora (durante tale periodo si noterà un calo di pressione causato dalla deformazione della condotta dovuta allo scorrimento delle molecole "creep"). Si misura la pressione residua. Se la perdita di pressione è inferiore al 30% la prova si

considera positiva.

2. Prova di perdita di carico integrata

Successivamente alla fase preliminare inizia la prova di perdita di carico integrata che consiste nel diminuire rapidamente la pressione rimasta al termine della prova preliminare di un ulteriore 10-15% della pressione di collaudo iniziale, mediante scarico di acqua.

Si misurerà in modo preciso il volume ΔV di acqua rimosso e il calo di pressione ΔP

Si calcolerà la perdita di acqua ammissibile ΔV_{\max} mediante la formula seguente:

$$\Delta V_{\max} = 1,2 \cdot V \cdot \Delta P \cdot \left(\frac{1}{E_w} + \frac{\emptyset}{e \cdot E_R} \right)$$

(formula 18)

Dove:

ΔV_{\max} è la perdita ammissibile di acqua in litri
 V è il volume in litri del tratto di condotta sottoposto a prova

P è la perdita di pressione misurate in KPascal

\emptyset è il diametro interno della condotta misurato in metri

E_w è il modulo elastico dell'acqua misurato in KPascal (pari a 2.000.000 KPa)

e è lo spessore dei tubi in metri

E_R è il modulo elastico della parete del tubo in direzione circonferenziale in KPascal (per PVC-A = 2.500.000KPa)

L'esito della prova sarà positivo se $\Delta V \leq \Delta V_{\max}$
 In caso contrario, dopo ispezione della condotta, la prova va ripetuta.

L'inclinazione della curva di decadimento della pressione sarà calcolato dal rapporto:

$$N_1 = \frac{\log P_1 - \log P_2}{\log T_{2c} - \log T_{1c}}$$

(formula 19)

In una condotta sana il valore di N_1 dovrebbe essere compreso tra 0,03 e 0,085 se i tubi sono senza ricoprimento di supporto, e 0,03-0,05 per tubi con riempimento ben costipato. Se i valori sono molto più bassi di quelli indicati significa che in condotta è ancora rimasta troppa aria intrappolata, per cui prima di proseguire bisogna espellere quest'ultima. Si procederà poi a una nuova lettura della pressione dopo un tempo $t_3 = 15 \cdot tL$.

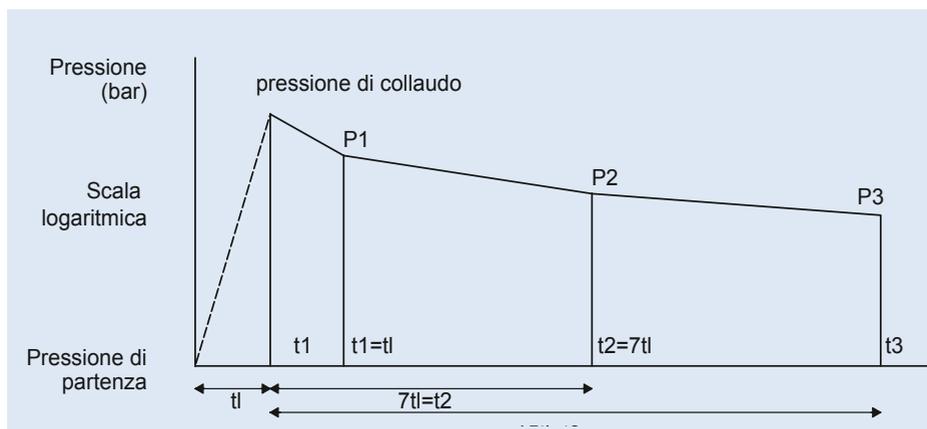
3° Lettura P_3 : dopo un tempo $T_{3c} = t_3 + 0,4 \cdot tL$

L'inclinazione della curva di decadimento della pressione sarà dato dalla:

$$N_2 = \frac{\log P_2 - \log P_3}{\log T_{3c} - \log T_{2c}}$$

(formula 20)

I valori di N_2 ed N_1 dovrebbero essere simili. Se il valore di $N_2 > N_1$ (oltre il 5%) significa che siamo in presenza di perdite. Valori di N_1 o N_2 minori di 0,03 indicano che siamo in presenza di troppa aria in condotta. In tal caso si allenta la pressione, si spurga l'aria dalla condotta in esame e si riprende la prova. Fra una prova e l'altra bisogna lasciare un periodo di "riposo" che deve essere pari a quattro volte il "tempo sotto pressione" durante il precedente tentativo di prova. Il "tempo sotto pressione" include il tempo di pressurizzazione. La presenza di molta aria può essere confermata dallo studio dell'andamento della curva di pressione. La presenza di aria determina una iniziale lenta variazione di pressione, che poi prende a salire. Dal confronto con i risultati senza presenza di aria si nota un incremento della pressione secondo una curva lineare. Un valore di $N_2 > 0,07$ per tubi scoperti, o 0,065 per tubi interrati e costipati, indica la presenza di perdite. La sensibilità del test può essere ulteriormente aumentata scegliendo un tempo di lettura t_3 ancora superiore se in ogni fase di collaudo, qualunque sia il metodo di prova prescelto, si dovesse registrare una perdita superiore a quella legata allo scorrimento, intrinseca al prodotto e al sistema,



(figura 35)

si verificheranno prima tutte le apparecchiature meccaniche presenti, quindi le giunzioni dei tubi. Dopo gli eventuali aggiustamenti il test va ripetuto. In questo caso bisognerà comunque attendere un tempo almeno pari a 5 volte quello della prova eseguita.

5.6

Messa in servizio

Dopo che la prova in pressione di tutta la condotta avrà dato esito positivo si procederà al rinterro finale. Quindi alla pulizia e alla sterilizzazione della condotta. Per la messa in esercizio bisognerà attenersi alle seguenti procedure:

- Pulitura con getto d'acqua o con spazzole
- Riempimento e sterilizzazione
- Svuotamento con neutralizzazione
- Nuovo riempimento
- Campionatura batteriologica
- Certificazione di accettazione
- Entrata in servizio

faraplan
TECHNOLOGY FLOW

Faraplan® Srl

Via Astico 40

36030 Fara Vicentino (VI)

Tel. +39 0445 899500

Fax. +39 0445899599

www.faraplan.it

info@faraplan.it