

ESECUTIVO

Comune di Pula

Provincia di Cagliari

**LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA
RETE FOGNARIA DEL PARCO SCIENTIFICO E
TECNOLOGICO IN LOCALITÀ PIXINA MANNA, PULA**

TAVOLA **B**

**OGGETTO
RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA**

COMMITTENTE
SARDEGNA RICERCHE

PROGETTISTA INCARICATO
ing. Paolo Goriani



SEDE CENTRALE

Edificio 2
Loc. Piscinamanna
09010 Pula (CA)
Italia
T +39 070 9243.2204
F +39 070 9243.2203
info@sardegna ricerche.it

ing. Sandro Catta

RESPONSABILE DEI LAVORI
dott. Giorgio Pisaru

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
ing. Lucia Sagheddu

COLLABORATORI
ing. Valentina Amorino
ing. Michela Carta
ing. Silvia Mattana
ing. Carla Marais
ing. Alessandra Vitarà

Marzo 2014

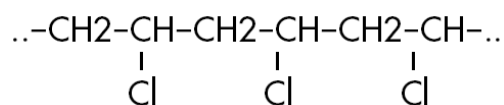
VERSIONE	DATA	OGGETTO
0	21/03/2014	TRASMISSIONE ELABORATI PER STRUTTORA UFFICIO TECNICO
1		
2		
3		

PREMESSA

Il polivinilcloruro (PVC) è una resina termoplastica, presenta cioè la proprietà di rammollire con il calore, e una volta raffreddato, conservare la forma impressagli nella fase di rammollimento. È ottenuto per polimerizzazione del gas di cloruro di vinile monomero (CVM).

Le materie prime utilizzate sono l'etilene (prodotto derivante dal cracking del petrolio) e il cloro estratto dal sale (NaCl).

Il CVM, sottoposto al processo di polimerizzazione in autoclave, dà luogo alla formazione del polivinilcloruro PVC che si presenta sotto forma di polvere bianca, molto fine, a granulometria variabile e chimicamente rappresentata dalla seguente formula:



I processi di produzione del PVC possono essere così classificati:

- massa;
- soluzione;
- emulsione;
- sospensione.

Dal punto di vista applicativo, gli ultimi due, che si realizzano in ambiente acquoso, sono quelli maggiormente utilizzati perché consentono una migliore gestione della reazione di polimerizzazione ed un controllo più rigoroso del peso molecolare e della granulometria del polimero stesso.

Il processo in emulsione si effettua in autoclave emulsionando i monomeri sciolti in acqua. Questo processo si è rivelato molto adatto per la produzione di polimeri con peso molecolare medio, comunemente definiti "resine sporche", perché contengono tracce di emulsionanti e catalizzatori. Proprio per migliorare le caratteristiche di purezza, è stato scelto il procedimento in sospensione: disperdendo il monomero in acqua sotto forma di particelle di varia grandezza, si ottiene un prodotto regolare e pulito.

Alla fine di tutti i processi produttivi sopra citati, è comunque previsto il recupero delle parti che non hanno reagito e che quindi si trovano allo stato libero. Tale operazione è finalizzata al recupero del monomero libero che in quantità considerevole è cancerogeno; per evitare tale rischio le norme internazionali tollerano la presenza di 1 ppm di CVM nella materia prima.

Le caratteristiche meccaniche e chimico-fisiche dei manufatti in PVC sono funzione del peso molecolare della resina. Infatti ad un alto peso molecolare (catene polimeriche lunghe) corrisponde una resistenza meccanica alta e viceversa.

Nei bollettini tecnici del PVC non vengono però riportati i pesi molecolari, ma si usa specificare il valore "K" (viscosità) di una soluzione di PVC in cicloesano, perché è una grandezza proporzionale al peso molecolare medio.

Il PVC, per le sue caratteristiche fisico-chimiche e per la natura del processo di estrusione, deve

essere lavorato con l'aggiunta di particolari additivi: stabilizzanti, lubrificanti e cariche inerti.

Mentre i primi neutralizzano e contrastano l'azione degradante del calore che si sviluppa durante la lavorazione i secondi facilitano l'operazione di estrusione con una vera e propria azione lubrificante sulle pareti calde della filiera. Le cariche inerti, in quantità minime controllate, conferiscono invece, rigidità al manufatto. Aggiunte di carbonato superiori al necessario conferiscono, però, al tubo, pericolose fragilità soprattutto alle basse temperature.

Prima dell'estrusione si rende pertanto necessaria la preparazione di una idonea miscela (Dry-Blend) composta da PVC e da tutti gli altri additivi dosati in modo opportuno per ottenere un manufatto rispondente alle norme.

Gli stabilizzanti oggi più usati sono di due tipi: al piombo (composto di sali di piombo); al calcio-zinco (composto di sali calcio-zinco). Gli stabilizzanti al piombo sono più economici e consentono alte produttività.

TUBAZIONI PER FOGNATURE

I tubi prodotti dal diametro 110 mm al diametro 1200 mm con rigidità nominale SN (stiffness nominal) più opportuna riescono a soddisfare ogni richiesta nel campo del drenaggio di acque meteoriche, fognarie e industriali, in modo particolare dove occorrono grandi diametri.

Generalmente si hanno le seguenti condizioni di impiego:

- temperatura massima permanente dei liquidi trasportati 40 °C;
- minimo ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo 0,8 m;
- massimo ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo da 3 m a 6 m a seconda della classe di rigidità SN;
- traffico stradale da 12 t/asse a 18 t/asse a seconda della classe di rigidità SN;
- trincea stretta;
- opera di posa corretta.

Le tubazioni devono rispondere a precise caratteristiche chimiche:

Caratteristiche	Unità	Valore	Metodi
Contenuto di resina PVC	%	≥ 80	UNI-EN 1905
Tensioni longitudinali	%	≤ 5	UNI-EN 743
Temperatura di rammollimento (Vicat)	°C	> 80	UNI-EN ISO 727
Grado di gelificazione	-	senza sfaldature	UNI-EN 580
Peso specifico	gr/cm ³	1,39÷1,45	UNI EN ISO 1183
Durezza Shore D	-	80÷84	ASTM D676
Coefficiente di dilatazione termica lineare	mm/m°C	~ 0,07	UNI 6061/67
Conducibilità termica	kal/h m°C	~ 0,13	DIN 526/2
Calore specifico	kal/kg°C	~ 0,24	-
Resistività elettrica	Ohm cm	> 10 ¹²	UNI 4288
VCM contenuto	ppm	< 1	UNI EN ISO 6401
Opacità	%	≤ 2	UNI-EN 578

Devono inoltre rispondere a ulteriori caratteristiche meccaniche:

Caratteristiche	Unità	Valore	Metodi
Rigidità anulare	KN/m ²	≥ valore nominale	UNI-EN ISO 9969
Resistenza all'urto	%	≤ 10	UNI-EN 744
Flessibilità anulare	Flessione 30%	senza difetti o delaminazioni della parete	UNI-EN 1446
Resistenza alla pressione interna, in forma di tubo a parete compatta (caratteristica del materiale) 1.000 h a 60°C δ 10,0 MPa	ore	> 1.000	UNI-EN 921
Tenuta idraulica dei giunti alla pressione interna	ore	> 1	UNI-EN 921
Carico di snervamento	MPa	≥ 48	ASTM D638
Allungamento allo snervamento	%	≤ 10	ASTM D638
Modulo elastico	MPa	≈ 3.000	ASTM D790

Al fine di dimensionare opportunamente e correttamente la condotta da realizzare è comunque sempre necessario, in sede progettuale, eseguire le verifiche statiche e idrauliche previste.

La tubazione selezionata per il presente progetto prevede una giunzione con guarnizione preinserita per tubi di PVC rigido ed è il risultato di una nuova tecnologia di realizzazione dei giunti. La particolare guarnizione è realizzata integrando all'interno dell'anello in materiale elastomerico un'anima flessibile in polipropilene per assicurare il posizionamento stabile della guarnizione nella sede del bicchiere.

I vantaggi nell'uso di queste giunzioni sono:

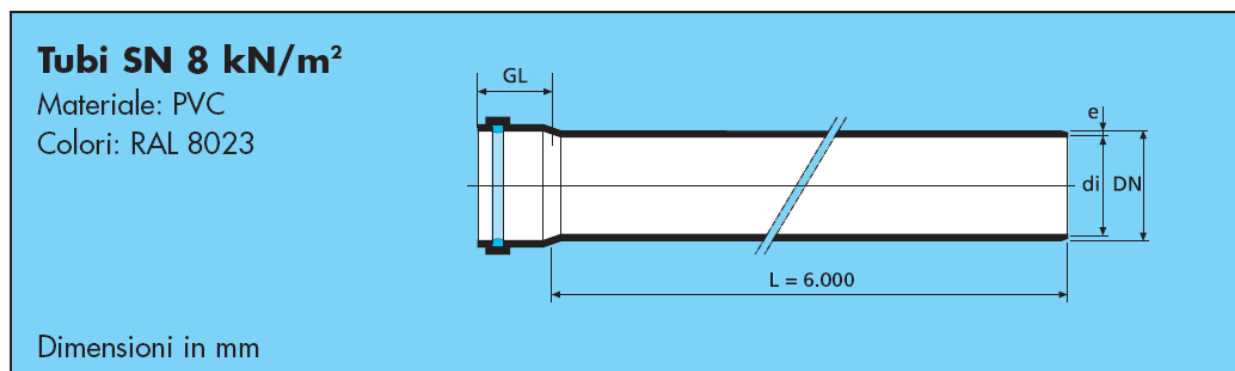
- la guarnizione risulta inamovibile e solidale con il bicchiere;

- assenza in sede di montaggio di fenomeni di erniatura (fuoriuscita delle guarnizioni "tradizionali" dalla sede del bicchiere);
- assenza di infiltrazioni;
- minori sforzi nel montaggio;
- praticità in cantiere (il tubo viene consegnato con la guarnizione preinserita);
- sicurezza del risultato sia durante la posa che a condotta in esercizio.

L'anello elastomerico risulta correttamente inserito e fisso in sede, di conseguenza le fasi di accoppiamento sono più rapide, efficaci e sicure. L'installazione dell'anello di giunzione avviene direttamente in fabbrica durante il ciclo di produzione. Questo assicura un corretto ed affidabile posizionamento della giunzione in sede.

Il sistema di giunzione così realizzato risulta pratico e semplice da utilizzare in cantiere, sicuro e garantito per tutta la durata di vita della condotta. La sicurezza deriva dalla inamovibilità della guarnizione nella sede bicchiere e quindi dalla impossibilità di determinare involontariamente nelle fasi di accoppiamento in cantiere "erniature" interne alla tubazione e assai pericolose.

Inoltre il sistema di giunzione dei tubi è raccordabile e compatibile con l'intera gamma di raccordi e pezzi speciali facilmente reperibili sul mercato conformi a UNI EN 1401 e offre quindi la massima versatilità.



SN 8			
DN	e	di*	GL
110	3,2	103,6	80
125	3,7	117,6	95
160	4,7	150,6	105
200	5,9	188,2	115
250	7,3	235,4	140
315	9,2	296,6	170
355	10,4	334,2	180
400	11,7	376,6	180
450	13,2	423,6	200
500	14,6	470,8	200
630	18,4	593,2	240
710**	20,7	668,6	260
800**	23,3	753,4	260

* Valori teorici.

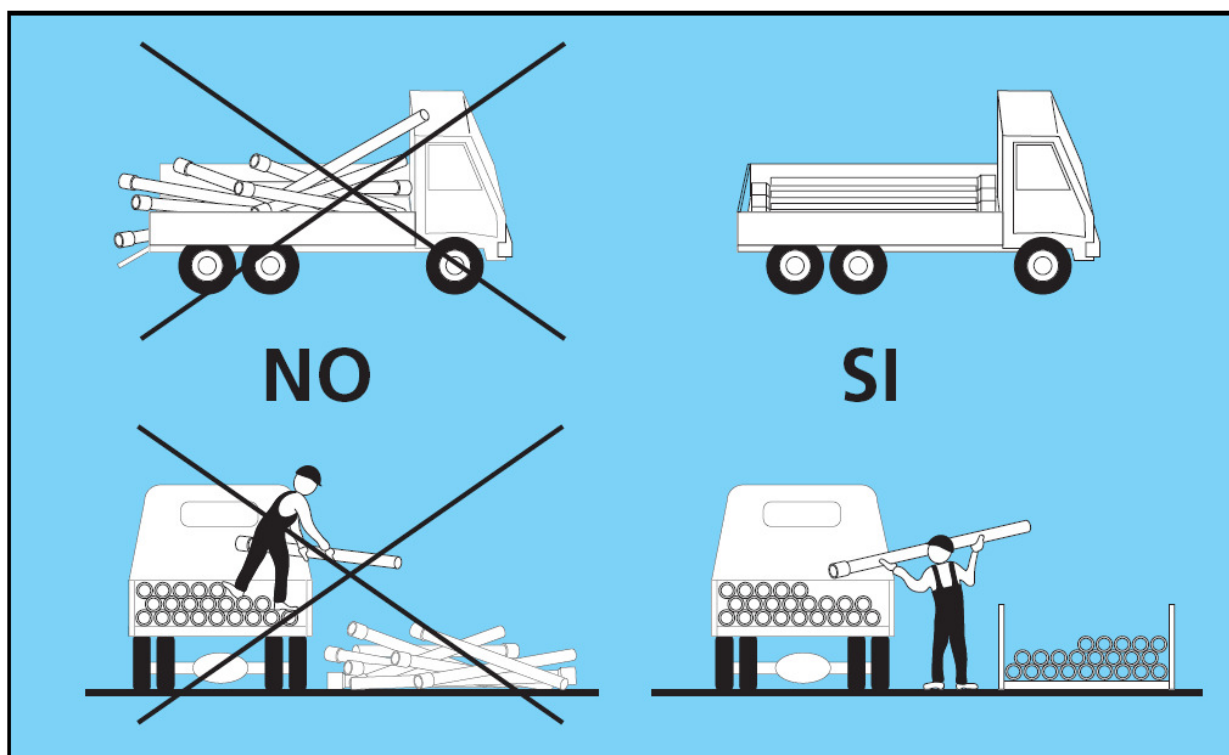
** Dimensione non prevista dalla norma UNI-EN 1401-1.

MOVIMENTAZIONE E STOCCAGGIO IN CANTIERE

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. In ogni caso non si dovranno trascinare i tubi sul terreno.

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 metro qualunque ne sia il diametro. Nel caso di tubi di grossi diametri (oltre 500 mm), si consiglia di armare internamente le estremità dei tubi onde evitare eccessive ovalizzazioni.



PRESCRIZIONI PER LA POSA ED IL MONTAGGIO

I tubi sono dunque forniti nella estremità bicchiere (femmina) con guarnizione preinserita e sulla estremità liscia (maschio) con un indicatore di limite di inserimento. In queste condizioni le operazioni di giunzione in cantiere risultano facili, rapide, sicure ed efficaci; il risultato nel complesso risulta affidabile e sicuro nel tempo.

Per un corretto accoppiamento delle estremità occorre rispettare le seguenti fasi:

- provvedere ad un'accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurandosi che esse siano integre;
- lubrificare la superficie interna della guarnizione e la superficie esterna della punta con apposito lubrificante (acqua saponosa) evitando di usare olii o grassi minerali che danneggerebbero la guarnizione;
- verificando e garantendo il massimo della assialità delle due estremità, infilare la punta del bicchiere fino alla scomparsa della linea di riferimento.

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:

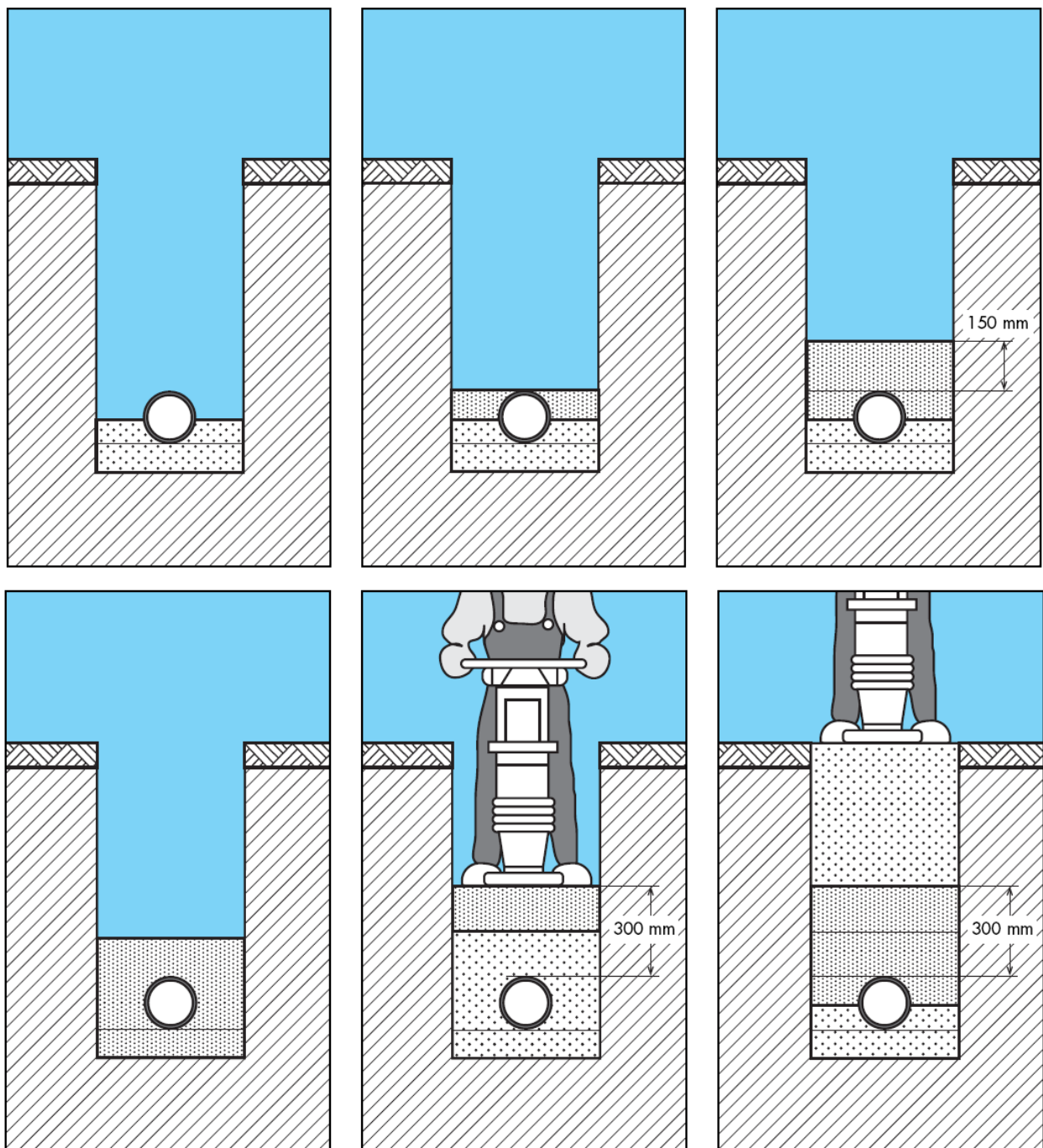
- UNI EN 1610 Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura.
- ENV 1046 Condotte in resina. Sistemi per il convogliamento di acqua o per lo scarico all'esterno dei fabbricati. Pratiche per l'installazione interrata o aerea.

La posa corretta dovrà prevedere le seguenti fasi:

- rinfianco effettuato manualmente fino a metà del diametro del tubo e compattato;
- riempimento fino alla generatrice superiore del tubo, effettuato manualmente e di

nuovo compattato;

- può essere aggiunto uno strato di 150 mm compattato a macchina, purché non direttamente sulla generatrice superiore del tubo;
- il rinfianco ed il reinterro fino a 200 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;
- 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;
- il rimanente reinterro può essere completato e compattato in strati a seconda dei requisiti di finitura della superficie.



Il corretto riempimento della trincea è indispensabile per garantire adeguate condizioni di esercizio ed affidabilità nel tempo della condotta.

Seguendo le prescrizioni di posa, si deve far raggiungere al materiale di rinfianco il giusto grado di compattazione così da ottenere un modulo elastico totale E_t di cantiere più prossimo possibile a quello usato nei calcoli.

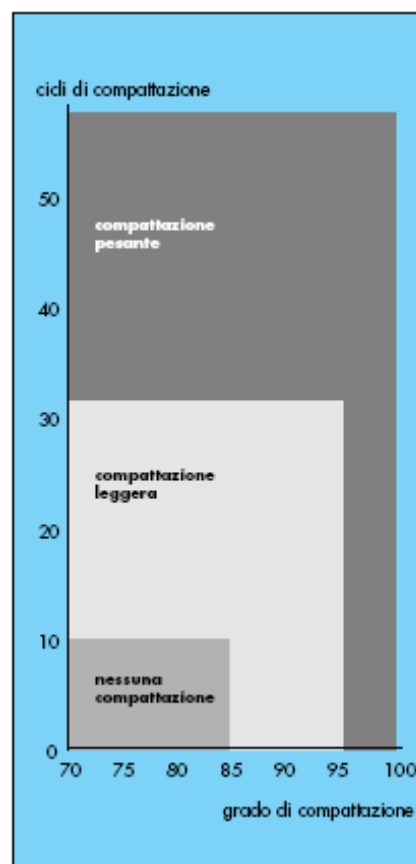
Per ottenere buoni risultati, il rinfianco deve essere realizzato a strati successivi (max altezza 30÷40 cm) ognuno dei quali costipato meccanicamente avendo cura di non provocare l'innalzamento della condotta durante tale operazione.

La compattazione viene eseguita generalmente con mezzi meccanici azionati a mano. Il grado di compattazione dipende dall'energia meccanica applicata, dal grado di umidità del materiale da compattare, dalla sua natura. La misura del grado di compattazione viene fatta convenzionalmente come percentuale del grado di compattazione 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 vengono riportati, in via approssimativa, i gradi di compattazione 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 compattazione leggera (85%÷90% di Proctor).



COLLAUDO IDRAULICO DELLE CONDOTTE

Scopo del collaudo è quello di verificare l'efficienza e la funzionalità idraulica di un collettore posato in opera. La garanzia di tenuta idraulica di una condotta in tutte le sue parti (tubi, giunti, collegamenti con le camerette) è un importante fattore di sicurezza, in quanto, eventuali infiltrazioni d'acqua possono determinare l'alterazione del regime idraulico del collettore, mentre fuoriuscite di liquame costituiscono un deleterio pericolo inquinante per l'ambiente.

Il Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 12/12/1985 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 14/03/1986 n. 61 impone, anche per le opere di fognatura, l'esecuzione di collaudi in opera a 0,5 bar per verificare sia la qualità dei materiali che la buona esecuzione dei lavori di posa in opera. Il decreto indica di eseguire preferibilmente, quando le condizioni di scavo lo consentono, il collaudo idraulico a giunti scoperti in modo che essi possano essere ispezionati visivamente durante il collaudo. Inoltre esso deve essere condotto su tratti con una pendenza

che non ecceda 0,5 metri circa.

Nel novembre 1999 è stata pubblicata dall'UNI la norma tecnica UNI EN 1610 che indica i requisiti per la costruzione ed il collaudo di connessioni di scarico e collettori fognatura.

L'attrezzatura per la realizzazione pratica del test è costituita da tappi a espansione o cuscinetti di tenuta, che assicurano la chiusura del tratto di condotta, e da una colonna piezometrica, che consente di verificare il grado di riempimento e la pressione idraulica.

Diametro esterno (mm)	Contenuto (l/m)			Spinta idraulica (Kg)		
	SN2	SN4	SN8	SN2	SN4	SN8
110	-	8,4	8,4	-	42,1	42,1
125	-	11,0	10,9	-	55,2	54,3
160	18,5	18,1	17,8	92,6	90,7	89,1
200	29,0	28,4	27,8	145,1	142,1	139,1
250	45,3	44,3	43,5	226,6	221,7	217,6
315	71,9	70,5	69,1	359,6	352,5	345,5
355	91,3	89,5	87,7	456,6	447,6	438,6
400	115,9	113,7	111,4	579,7	568,3	557,0
450	146,8	143,9	140,9	734,2	719,4	704,6
500	181,3	177,5	174,1	906,3	887,5	870,4
630	287,9	282,0	276,4	1439,3	1409,9	1381,9
710	365,5	358,1	-	1827,6	1790,3	-
800	464,0	454,6	-	2319,9	2273,0	-
900	587,4	575,5	-	2936,9	2877,4	-
1000	725,0	710,3	-	3625,1	3551,6	-
1200	1043,8	1037,6	-	5218,8	5188,0	-

Nella tabella si specifica, per ogni diametro, il contenuto di acqua espresso il l/m e la spinta idraulica agente sui cuscinetti di tenuta.

Vediamo ora come dovrà essere effettuato il procedimento di prova. Occorrerà individuare un tratto da collaudare, con le specifiche sopra riportate, o anche tra pozzetto e pozzetto.

Dopo la pulizia dell'imbocco del tubo a valle si inserirà la testata di prova gonfiandola sino alla pressione di 1,5 bar. Si pulirà l'imbocco del tubo a monte quindi inserire la testata cieca gonfiandola sino alla pressione di 1,5 bar. Il tutto con l'accorgimento di predisporre, sui due cuscinetti, l'opportuno sistema di contrasto della spinta idraulica e collegando il tubo piezometrico alla testata di prova.

Si procederà poi al riempimento della tratta sino a superare di qualche centimetro il colmo della condotta per evitare la presenza di bolle d'aria nella tubazione, per poi riempire la colonna piezometrica fino ad un'altezza di 5 m (0,5 bar). L'altezza di riempimento da raggiungere nella colonna piezometrica deve tenere in considerazione la lunghezza e la pendenza del tratto in esame. La pressione deve essere mantenuta rabboccando con acqua per 30 minuti \pm 1 minuto con variazione massima di pressione di \pm 1 KPa (0,01 bar).

La quantità d'acqua (V) utilizzata per il rabbocco deve essere misurata e soddisfare:

- $V \leq 0,15$ l/m² per le tubazioni;
- $V \leq 0,20$ l/m² per le tubazioni e i pozzetti;

- $V \leq 0,40$ l/m² per i pozzetti e le camere d'ispezione.

dove i m² si riferiscono alla superficie interna bagnata.

CALCOLO STATICO DELLE CONDOTTE

La deformazione diametrale della condotta è determinata dai carichi esterni complessivi dati dalla somma di:

- carico del terreno sovrastante;
- carico di traffico o carichi mobili;
- acqua di falda.

Nella determinazione delle caratteristiche di resistenza del tubo è bene tenere presente il comportamento nel tempo del PVC-U. Come tutte le resine termoplastiche (polietilene, polipropilene, etc.) anche il PVC-U subisce nel tempo una modifica del valore del modulo elastico E. In relazione alle condizioni di lavoro si dovrà scegliere una verifica a breve termine o a lungo termine scegliendo i corrispondenti valori E.

Per gli approfondimenti e per i relativi calcoli di verifica si rimandare all'allegato 1 del presente documento, nel quale sono stati presi in considerazione due tratti della condotta posti ad un'altezza di scorrimento pari rispettivamente a 0,70 e 3,3 m.

POZZETTI IN CLS PREFABBRICATO

Con il termine "fognatura" si deve oggi intendere non solo un insieme di tubazioni bensì il complesso di manufatti e componenti atti alla raccolta, all'allontanamento e alla successiva depurazione delle acque di scarico.

I componenti di questo sistema, nessuno escluso, devono essere quindi studiati e concepiti in modo tale da rispondere ai requisiti di durata ed affidabilità richiesti al servizio pubblico di fognatura. Nel caso specifico le tubazioni ed i pezzi speciali devono rispondere ai requisiti ottimali necessari ad un materiale per condotta:

- resistenza chimica;
- resistenza all'abrasione;
- resistenza statica;
- velocità di autopulizia;
- mantenimento della scabrezza iniziale;
- tenuta idraulica;
- adattabilità ad eventuali movimenti/assestamenti del terreno.

Come si è evidenziato l'opera fognante è costituita da una serie di manufatti, quali per esempio le camerette d'ispezione. Il problema del collegamento tra tubo e pozzetto e l'impermeabilità della cameretta d'ispezione molto spesso sono stati trascurati o sottovalutati determinando, in alcuni casi, collassi e disfunzioni nell'opera di collettamento. Nel caso poi in cui vi sia presenza di falda, necessita che a fronte di una condotta impermeabile, si evitino infiltrazioni di acqua dai pozzetti d'ispezione.

Per via di queste inderogabili esigenze si prescrive l'utilizzo di pozzetti d'ispezione muniti di innesti elastici ed a perfetta tenuta idraulica in calcestruzzo prefabbricato a sezione circolare appositamente studiati per il completamento di una rete fognaria a tenuta stagna sia per quanto riguarda gli innesti con la tubazione sia per le pareti della cameretta.

La tipologia di pozzetto prefabbricato scelta è concepita in modo da soddisfare la tenuta ed è realizzata mediante la sovrapposizione di alcuni componenti, cosiddetti di base, di rialzo e di chiusura. In questi manufatti l'utilizzo di soli due elementi per un'altezza fino a circa 3 metri, riduce notevolmente il rischio di infiltrazione. Gli elementi utilizzano inoltre un sistema di giunzione che non ha bisogno di alcun sigillante per assicurare la tenuta che dovrà invece essere garantita dal rispetto delle geometrie di maschio e femmina e dalla qualità della gomma, in conformità alle vigenti normative europee.

Il sistema con giunto incorporato in gomma, tra base ed elemento di rialzo, è costituito da diversi elementi:

- l'anello di protezione che impedisce alla ghiaia, al fango o al ghiaccio di accumularsi attorno all'anello di gomma ed alle superfici stagne del bicchiere.
- l'elemento di fissaggio, incorporato nel calcestruzzo, che ha la funzione di mantenere

l'anello stabile nel bicchiere;

- l'elemento di tenuta, un labbro che va a comprimersi nell'estremità della parte maschio quando questo è inserito nello stesso.
- l'elemento di supporto.

La gomma sintetica utilizzata per le tenute è di durezza 40 +/- 5° IHRD. Le caratteristiche meccaniche, di invecchiamento, di deformazione permanente, di resistenza all'ozono e altre sono conformi alla norma UNI 4920, DIN 4060, ISO 4633 e UNI 681.1.

Il pozzetto dovrà soddisfare la tenuta indipendentemente dalle varie tipologie di materiali impiegati per la rete principale e gli allacciamenti.

Allo scopo di assicurare un'adeguata resistenza alla corrosione chimica il pozzetto deve essere realizzato con cemento ad alta resistenza ai solfati ed un fondo rivestito con malta polimerica il polycrete. Il conglomerato per il rivestimento protettivo è ottenuto dalla miscelazione di inerti selezionati di granulometria da 0 a 2 mm (con umidità inferiore allo 0.2 %) percentuale fino al 90%, additivi con elevato potere tixotropico, reagenti ed indurenti.

Il materiale inerte è caratterizzato da un'elevata inerzia chimica sia in ambiente acido sia basico.

Il giunto tra la base e l'elemento monolitico di rialzo dovrà essere sagomato sia nel maschio che nella femmina, in modo da garantire le tolleranze ottimali per la compressione della gomma costituente la guarnizione. Per facilitarne il montaggio, il giunto dovrà presentare l'elemento femmina nella base. L'anello di tenuta in gomma sintetica, dovrà essere incorporato durante il getto e sarà protetto da un idoneo elemento in polistirolo. Quest'ultimo e le guarnizioni per gli innesti delle tubazioni principali e secondarie dovranno avere una durezza della gomma di 40 +/- 5° IRHD conforme alle norme UNI 4920, DIN 4060, ISO 4633, UNI EN 681.1.

Le tolleranze dimensionali, controllate e registrate in stabilimento di produzione, riferite alla circolarità dell'elemento maschio e femmina del pozzetto e dei fori per gli innesti delle tubazioni principali, dovranno essere comprese tra 1-2 % delle dimensioni nominali.

La produzione dei pozzetti dovrà essere controllata nelle varie fasi in analogia a quanto previsto nelle tabelle, dalla prima alla quinta, della guida applicativa I.C.M.Q. per la certificazione del sistema di qualità aziendale per le tubazioni prefabbricate in calcestruzzo.

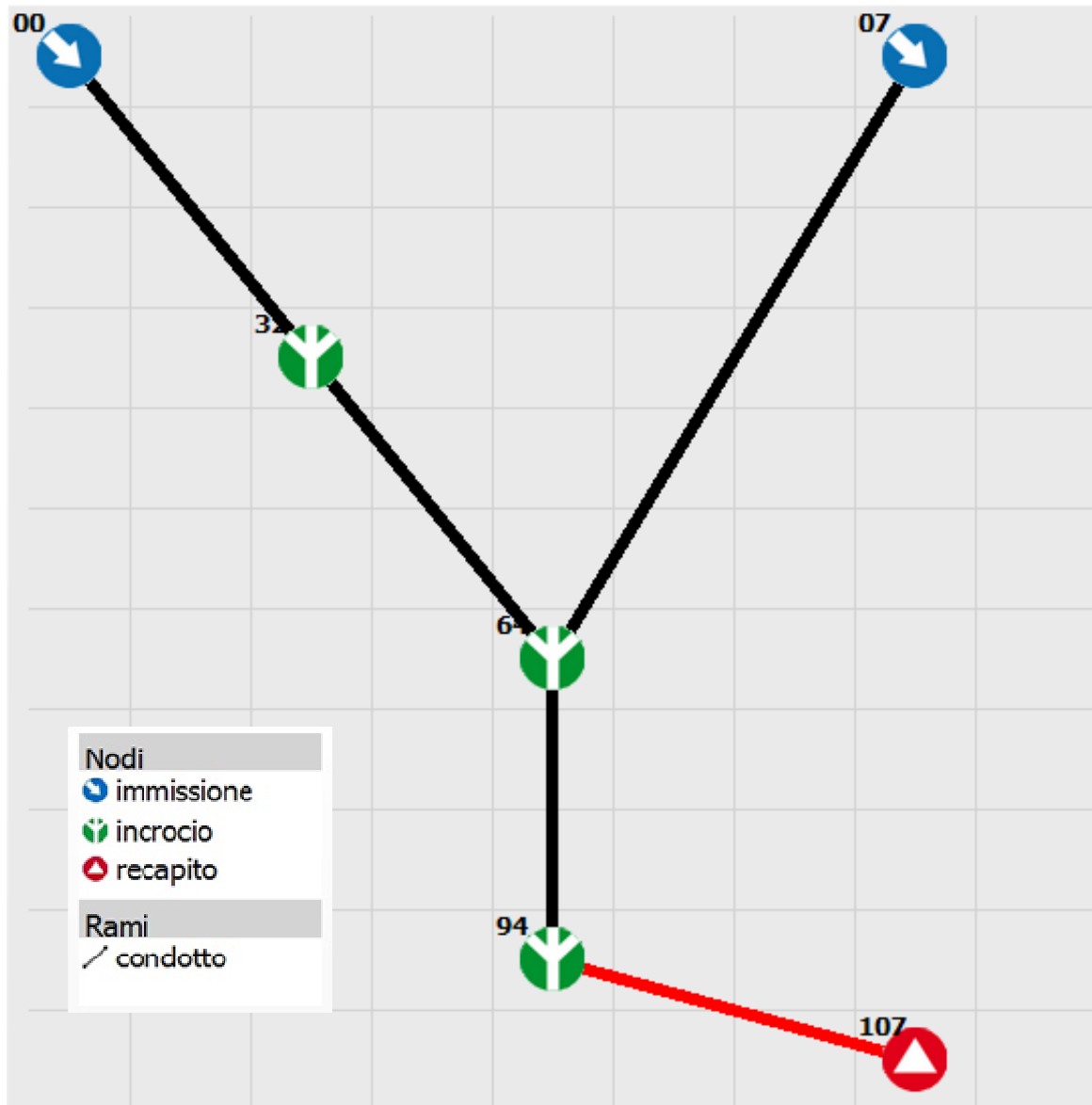
I pozzetti, i collegamenti tra le basi e gli elementi monolitici di rialzo e gli innesti con le condotte dovranno essere a perfetta tenuta idraulica e garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nelle normative vigenti in materia.

Le singole forniture, suddivise in lotti, dovranno essere accompagnate da un certificato di collaudo che deve essere richiesto al fabbricante dall'impresa esecutrice. Il documento deve attestare la conformità della fornitura alla normativa UNI EN 295.

CALCOLO DI PROGETTO

Per la verifica dell'intera rete fognaria del Parco Scientifico è stata presa in considerazione la condizione esistente con la sostituzione dell'ultimo tratto oggetto del presente progetto.

La rete esistente è stata schematizzata secondo la seguente tipologia.



La determinazione della portata discende dalla valutazione degli abitanti insediati. Il calcolo degli abitanti previsti, intesi nella fattispecie quali abitanti equivalenti vista la particolare destinazione del sito, è stato fatto tenendo conto delle strategie di sviluppo territoriale massimo previsto dallo strumento urbanistico di pianificazione per le varie zone del parco, tenendo conto del parametro di mc/abitante stabilito dalla letteratura in materia e le norme di settore.

Il valore complessivo di abitanti equivalenti insediabili ad edificazioni ultimate è pari a 800.

Stabiliti gli abitanti equivalenti della zona, si è proceduto al dimensionamento delle reti, considerando per ogni ramo il numero degli abitanti gravanti, con una dotazione idrica di 250

$l/ab \cdot g$ e un coefficiente di punta giornaliero e orario pari rispettivamente a 1,5 e 2, come previsto dal N.P.R.G.A.

Per gli approfondimenti e per i relativi calcoli si rimanda all'allegato 2 del presente documento.

CALCOLO DI VERIFICA NUOVO TRATTO

La rete è concepita per funzionare a gravità, con pendenza tale da consentire il corretto smaltimento delle acque reflue ed evitare le sedimentazioni solide.

Dal punto di vista idraulico, le condotte di PVC, si calcolano considerandole come dei canali a pelo libero e non in pressione. Le formule di verifica sono dunque quelle tipiche delle correnti non in pressione.

Nel tratto in sostituzione verrà messo in opera una tubazione in PVC rigido SN8 con DN 315 avente un diametro interno pari a 296,6 mm.

Per la verifica si considera l'ultimo tratto della condotta, avente una pendenza pari a circa 0,45% ed un fattore di riempimento pari al 50%.

La portata defluente nella tubazione noti il diametro interno, la pendenza, la scabrezza ed il grado di riempimento viene calcolata mediante la formula di Chezy espressa dalla relazione:

$$Q = A\chi\sqrt{Ri}$$

In cui

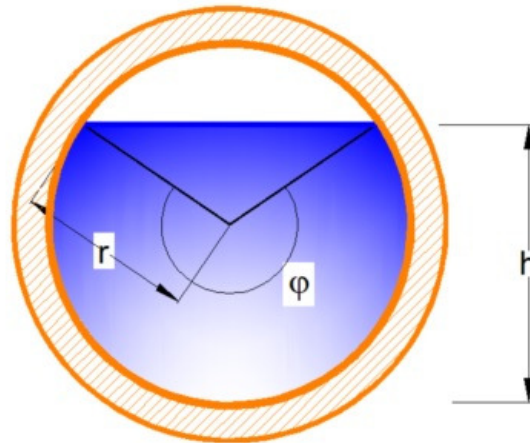
- Q portata di progetto [l/s];
- A indica la superficie bagnata [m²] funzione del diametro del tubo;
- R indica il raggio idraulico [m] funzione del diametro del tubo;
- i indica la pendenza del collettore [%];
- χ indica il coefficiente di resistenza valutato secondo la formula di Strickler:

$$\chi = k_s R^{\frac{1}{6}}$$

in cui k_s indica la scabrezza ed R il raggio idraulico. Il parametro k_s espresso in $m^{1/3}s^{-1}$ indica l'indice di scabrezza del materiale che costituisce il tubo assunto nel nostro caso paria $85 m^{1/3}s^{-1}$.

Per sezioni circolari le grandezze geometriche/idrauliche elencate in precedenza sono calcolate mediante le seguenti relazioni:

- A (area bagnata) data dalla formula: $A=r^2/2 * (\varphi - \text{sen } \varphi)$ con $\varphi = 2 \arccos(1 - h/r)$.
con h tirante idrico nel tubo ed r raggio interno della tubazione come indicato nella successiva figura.
- P (contorno bagnato o perimetro bagnato): $P=r\varphi$.
- R (raggio idraulico): $R=A/P$



Il calcolo ha prodotto come risultato una portata di $34,77 \text{ l/s} > 5,5 \text{ l/s}$, transitante in condizioni di massimo sviluppo del Parco, ed una velocità di $1,01 \text{ m/s} > 0,5 \text{ l/s}$.

Come si evince da tale risultato e da quelli ricavabili dal calcolo della rete riportati nell'allegato 2, una condotta avente un diametro pari a 160 mm per l'ultimo tratto sarebbe sufficiente per il valore di portata al servizio del parco tecnologico. In alcune tratte, in particolare quelle a monte, inoltre, si hanno basse velocità, anche nel ramo oggetto di sostituzione, tuttavia la posa di condotte aventi diametri eccessivamente ridotti nella realtà, appare controproducente. L'utilizzo di condotte aventi un diametro inferiore rispetto a quello di progetto richiederebbe nella pratica una continua manutenzione al fine di garantire costantemente una sezione utile sufficiente per le portate richieste, rimuovendo i depositi di materiali che inevitabilmente si formerebbero.

Tale condizione appare quanto meno difficoltosa dato la particolare l'ubicazione della rete.

